



TUGAS AKHIR - MO 091336

ANALISA LAJU SEDIMENTASI DI AREA JETTY PLTU BANTEN 2 LABUAN

NABILA ANNISAA ARWIS

NRP. 04311440000025

Dosen Pembimbing

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA LAJU SEDIMENTASI DI AREA *JETTY* PLTU BANTEN 2 LABUAN

TUGAS AKHIR

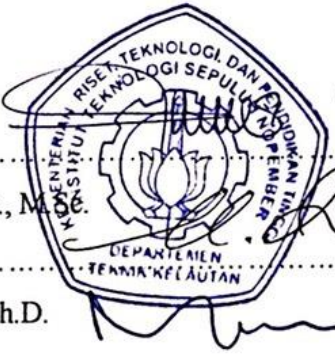
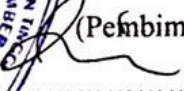

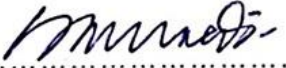
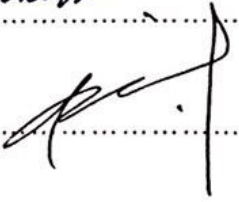
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi
Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Nabila An-Nisaa Arwis

NRP. 04311440000025

Disetujui oleh:

- | | | |
|---|--|----------------|
| 1. Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D |  | (Pembimbing 1) |
| 2. Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. |  | (Pembimbing 2) |
| 3. Drs. Mahmud Mustain, M.Sc., Ph.D. |  | (Penguji 1) |
| 4. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc. |  | (Penguji 2) |
| 5. Prof. Ir. Mukhtasor, M. Eng., Ph..D. |  | (Penguji 3) |

Surabaya, Juli 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISA LAJU SEDIMENTASI DI AREA *JETTY*

PLTU BANTEN 2 LABUAN

Nama Mahasiswa : Nabila An-Nisaa Arwis
NRP : 04311440000025
Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik terus mengalami peningkatan sampai saat ini, sehingga banyak cara yang dilakukan oleh perusahaan pembangkit listrik untuk terus mengembangkan potensi energi guna memenuhi kebutuhan tersebut. Salah satunya adalah proyek percepatan pembangunan PLTU 10.000 MW. PLTU Banten 2 Labuan memiliki kapasitas total 2 x 300 MW sehingga memerlukan supply bahan bakar batu bara yang aman dan tercukupi secara kuantitas sehingga transportasi tongkang yang mengangkut batu bara diharapkan dapat bersandar di dermaga untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Tugas Akhir bertujuan untuk mengetahui besarnya laju sedimen dan untuk mengetahui kapan dilakukannya pengerukan di daerah yang terkena dampak sedimentasi. Pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan *software* Delft3D . Setelah dilakuka analisa dan perhitungan didapat laju sedimen 13 cm/tahun. Sehingga untuk prediksi waktu *maintenance dredging* dilakukan setiap 7-8 tahun.

Kata Kunci : Delft3D, Sedimen, *Maintenance Dredging*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALYSIS OF SEDIMENTATION RATE IN THE JETTY AREA OF PLTU BANTEN 2 LABUAN

Name : Nabila An-Nisaa Arwis
NRP : 04311440000025
Department : Ocean Engineering FTK-ITS
Supervisors : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Electrical energy needs continue to increase until now, so many ways by power companies to continue to develop energy potential to meet those needs. One of them is the acceleration project of PLTU 10,000 MW. PLTU Banten 2 Labuan has a total capacity of 2 x 300 MW so it needs a supply of coal fuel that is safe and sufficient in quantity so that barge transportation carrying coal is expected to lean on the jetty to meet those needs. Final Project aims to determine the magnitude of the sediment rate and to know when dredging occurs in areas affected by sedimentation. The execution of this final project using the software Delft3D. After doing analysis and calculation, it can determine the sediment is 13 cm/year. So for to prediction of maintenance dredging time is done by every 7-8 year.

Keywords : Delft3D, Sediment, *Maintenance* Dredging.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis diberi kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Serta tidak lupa shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis telah menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisa Laju Sedimentasi di Area Jetty PLTU Banten 2 Labuan**”. Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi kesarjanaan (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan dan kemajuan bersama. Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya.

Surabaya, 2018

Penulis,

Nabila An-Nisaa Arwis

Halaman ini sengaja dikosongkan

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan karena dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesempatan, kekuatan, ilmu dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu penulis, yaitu Erna Yenti yang selalu mendoakan dan selalu memberikan dukungan moril dan materi serta selalu motivasi penulis agar bersabar dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Mamak penulis, yaitu Ir. Afrizal S.T., M.T. yang selalu memberikan dukungan dan saran selama penulis berkuliah.
4. Bapak Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing I penulis yang telah memberikan saran dan data-data untuk Tugas Akhir penulis dan telah membimbing penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing II dan dosen wali yang telah membimbing penulis hingga Tugas Akhir ini terselesaikan dan membantu penulis selama perkuliahan di Teknik Kelautan.
6. Muhammad Adi Kurniawan, Sela Ferdiananta 'Ayun, Muarif Agustian dan Abdul Malik Al Fatah yang merupakan teman-teman seperjuangan Tugas Akhir yang telah membantu dan menyemangati penulis selama penulisan Laporan Tugas Akhir.
7. Laura Karennina Padaga, Ester Arinamy Haloho, Dwi Lestari dan Niken Saraswati yang selalu memberikan bantuan dan dukungan moril dan yang selalu memberikan info-info terkini.
8. Aziza Choirul Adnan yang telah memberi bantuan, dukungan moril, semangat, motivasi dan canda tawa kepada penulis dalam mengerjakan TA ini.
9. Teman-teman UKM Fotografi (Ukafo) sebagai partner penyalur hobi foto yang membuat penulis bersemangat selama menjalani perkuliahan.
10. Teman-teman seperantauan asal Minang angkatan 2014 yang telah menjadi keluarga bagi penulis selama di Surabaya.

11. Teman-teman “Maelstrom” yang telah sama-sama menjalani kehidupan perkuliahan.

Serta seluruh pihak yang belum bisa dituliskan satu per satu oleh penulis. Terimakasih atas dukungan dan bantuan teman-teman sekalian

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
UCAPAN TERIMA KASIH	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.2 DASAR TEORI	6
2.2.1 Sedimen	6
2.2.2 Pergerakan Angkut Sedimen	6
2.2.3 Transport Sedimen.....	8
2.2.4 Batimetri	8
2.2.5 Arus	9
2.2.5 Pasang Surut	9
2.2.6 Hidrodinamika Pantai	12
2.2.7 Pengerukan	12

2.2.8	Pemodelan Delft3D pada Simulasi	14
BAB III METODELOGI PENELITIAN		17
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2	Prosedur Penelitian	18
BAB IV ANALISIA DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Lokasi Penelitian	21
4.2	Analisa Data	22
4.2.1	Data Batimetri	22
4.2.2	Data Pasang Surut	22
4.2.3	Data Arus	24
4.2.4	Data Sedimen	26
4.3	Pemodelan Hidrodinamika	26
4.3.1	Meshing Data	26
4.3.2	Parameter Masukan Pemodelan	29
4.4	Hasil Pemodelan.....	31
4.4.1	Kalibrasi Pasang Surut	31
4.4.2	Pola Sebaran Arus dan Sedimentasi.....	33
4.5	Laju Sedimentasi	39
4.6	Prediksi Waktu Dilakukannya Pengerukan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi PLTU Banten 2 Labuan (google earth).....	1
Gambar 2.1 Tampilan <i>software</i> DELFT3D (Deltares, 2011).....	14
Gambar 4.1 Lokasi PLTU Banten 2 Labuan (google earth).....	21
Gambar 4.2 Posisi Laut di Kawasan PLTU Banten 2 Labuan	21
Gambar 4.3 Data Peta Batimetri PLTU Banten 2 Labuan	22
Gambar 4.4 Pengamatan Pasang Surut PLTU Banten 2 Labuan	23
Gambar 4.5 Lokasi Pengukuran (google earth).....	25
Gambar 4.6 Grid Daerah Permodelan	27
Gambar 4.7 Grid Daerah Permodelan	28
Gambar 4.8 Meshing Kedalaman Batimetri Daerah Pemodelan.....	29
Gambar 4.9 Hasil Permodelan Pasang Surut PLTU Labuan Banten	31
Gambar 4.10 Hasil Pemodelan Pasang Surut Saat Pasang.....	31
Gambar 4.11 Hasil Pemodelan Pasang Surut Saat Surut	32
Gambar 4.12 Hasil Validasi Pasang Surut PLTU Labuan Banten	33
Gambar 4.13 Pemodelan Arah Pola Arus saat Pasang Tertinggi	34
Gambar 4.14 Pemodelan Arah Pola Arus saat akan Surut	34
Gambar 4.15 Pemodelan Arah Pola Arus saat Surut Terendah.....	35
Gambar 4.16 Pemodelan Arah Pola Arus saat akan Pasang.....	36
Gambar 4.17 Pemodelan Kecepatan Arus Saat Pasang Tertinggi.....	36
Gambar 4.18 Pemodelan Kecepatan Arus saat akan Surut	37
Gambar 4.19 Pemodelan Kecepatan Arus saat Surut Terendah.....	37
Gambar 4.20 Pemodelan Kecepatan Arus saat akan Pasang.....	38
Gambar 4.21 Hasil Pemodelan Persebaran Sedimen.....	38

Gambar 4.22 Area yang akan Ditinjau pada Parameter Masukan	39
Gambar 4.23 <i>Cross-Section</i> Pada Parameter Masukan.....	40
Gambar 4.24 Area yang akan ditinjau menggunakan Polygon.....	41
Gambar 4.25 Area Pengerukan dengan Menggunakan Polygon	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Skala Klasifikasi Butir Sedimen	7
Tabel 4.1 Konstanta Harmonik Pasang Surut Perairan PLTU Labuan Banten	24
Tabel 4.2 Data Pengukuran Arus Laut	26
Tabel 4.3 Data Pengukuran Sedimen	26
Tabel 4.4 Parameter <i>Input Data Flow</i>	30
Tabel 4.5 Perhitungan Laju Sedimen Tiap <i>Cross-Section</i> setelah Pemodelan	41

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PLTU Banten 2 Labuan merupakan salah satu pembangkit listrik tenaga uap yang ada di Indonesia yang berlokasi di desa Sukamaju, Kec. Labuan, Kab Pandeglang, Propinsi Banten. PLTU Banten 2 Labuan ini merupakan bagian dari proyek percepatan pembangunan PLTU 10.000 MW dibawah naungan PT.PLN (Persero) berdasarkan Peraturan Presiden No. 71 tanggal 05 Juli 2006 tentang penugasan kepada PT.PLN (Persero) untuk melakukan Percepatan Pembangunan Pembangkit Tenaga Listrik yang menggunakan batubara. Perpres ini menjadi dasar bagi pembangunan 10 PLTU di Jawa dan 25 PLTU diluar Jawa Bali. PLTU Banten 2 Labuan ini memiliki kapasitas total 2 x 300 MW, sehingga memerlukan supply bahan bakar yaitu batu-bara yang aman dan tercukupi secara kuantitas.

Guna memenuhi supply batu bara tersebut, transportasi tongkang yang mengangkut batu bara diharapkan dapat bersandar dengan sempurna di dermaga *coal jetty*. Tugas Akhir ini akan membahas permasalahan berkaitan dengan laju sedimen disekitar *coal jetty* PLTU Banten 2 Labuan, tidak hanya mengetahui pendangkalan yang terjadi akibat sedimentasi yang tinggi namun juga prediksi waktu *maintenance* pengerukan. Berikut adalah lokasi dari PLTU Banten 2 Labuan yang telah ditandai kuning pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Lokasi PLTU Banten 2 Labuan (google earth)

Proses sedimentasi adalah pengendapan butiran sedimen dari kolam air ke dasar perairan. Pada daerah pantai yang memiliki karakteristik sedimen pasir halus, proses sedimentasi dipengaruhi oleh aktivitas oseanografi berupa arus, gelombang dan pasang surut (Putra,2010). Pada kasus ini transpor sedimen yang terjadi di *canal water intake* bisa disebabkan oleh sedimen berupa pasir ataupun batu yang terbawa arus dari arah tengah laut yang ikut terbawa masuk kedalam *canal* serta tumpahan batu bara saat melakukan proses *unloading*. Sehingga kapal tongkang yang mengangkut batu bara hanya dapat bersandar saat kondisi pasang saja hal ini disebabkan banyaknya sedimen yang mengendap dan mengurangi kedalaman dermaga.

Sehingga pada penelitian ini, akan dilakukan pemodelan untuk mengetahui pola sebaran sedimentasi di daerah PLTU Banten 2 Labuan. Pengerjaan ini nantinya akan dibantu dengan menggunakan program Delft-3D. Dengan volume sedimen, dapat diprediksi waktu *maintenance dredging* dapat dilakukan secara berkala secara berkala.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti dalam pengerjaan tugas akhir antara lain :

1. Berapa laju sedimentasi yang terjadi di sekitar area *Jetty* PLTU Banten 2 Labuan?
2. Prediksi kapan *maintenance dredging* dapat dilakukan PLTU Banten 2 Labuan?

1.3 Tujuan

Dari perumusan masalah diatas, tujuan yang akan dicapai dari penelitian Tugas Akhir ini antara lain :

1. Mengetahui berapa laju sedimentasi yang terjadi di sekitar area *coal jetty*
2. Memperkirakan waktu pelaksanaan *maintenance dredging*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat tugas akhir ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai besar laju sedimentasi yang terjadi sehingga dengan begitu dapat diketahui besar volume

pengerukan endapan yang seharusnya dilakukan disekitar *area coal jetty*. Hal ini bisa menjadi acuan oleh pihak perusahaan dalam melakukan pengerukan. Pengerukan dilakukan agar tidak terjadi pendangkalan sehingga tidak mengganggu lalu lintas pelayaran dan pemanfaatan *open source software*.

1.5 Batasan Masalah

1. Analisis yang dilakukan hanya sebatas pada pemodelan arus akibat pasang surut terhadap laju sedimentasi.
2. Pemodelan dilakukan secara 2 dimensi.
3. Data batimetri yang digunakan pada bulan Februari 2015 (data sekunder).
4. Digunakan data angin, arus dan temperature, pasang surut, dan sedimen sebagai data analisa serta data input pemodelan (data sekunder tahun 2015).
5. Fokus pembahasan hanya didaerah sekitar *jetty* sehingga pada pemodelan struktur *jetty* diabaikan.
6. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* Delft3D-FLOW.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang tugas akhir yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan tugas akhir ini, manfaat yang diperoleh dan ruang lingkup penelitian guna membatasi analisis yang dilakukan dalam tugas akhir ini.

BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis berpedoman pada penelitian, jurnal serta buku-buku yang membahas dan mendukung penelitian ini.

BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini menjelaskan tentang metode pengerjaan dalam tugas akhir yang akan dilakukan beserta prosedur yang digunakan.

BAB IV Analisa dan Pembahasan

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan yang membahas tentang hasil analisa yang telah dilakukan.

BAB V Penutup

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil dan pembahasan setelah dilakukan analisa.

Daftar pustaka menampilkan dari keseluruhan sumber informasi yang digunakan sebagai referensi Tugas Akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Pada tugas akhir sebelumnya telah dilakukan penelitian untuk mengkaji laju sedimentasi pada area Jetty BP Tangguh dengan menggunakan program Delft3D-Flow yang dikembangkan oleh Deltares. Simulasi dilakukan dengan cara mengetahui daerah simulasi (domain) yang menunjukkan daerah yang dihitung dan batas daerah hitungan (Kurniawan, 2016).

Analisa sedimentasi juga telah dilakukan pada Alur Pelayaran Timur Pelabuhan Tanjun Priok. Penelitian menentukan metode perhitungan sedimentasi antara 2 metode yaitu berdasarkan perubahan peta batimetri dan metode analitik yang diusulkan oleh Van Rijn. Berdasarkan pengerjaan 2 metode tersebut didapat nilai eror bervariasi antara 25-36% untuk overlay dengan metode SED-PIT dan 18-33% untuk metode overlay dengan modifikasi SED-PIT. Sedangkan selisih dari pada kedua nilai metode tersebut rata-rata adalah 5% lebih kecil untuk overlay dengan metode modifikasi rumus SED-PIT (Toriq, 2016).

Damerianne dkk.(2013) telah melakukan penelitian tentang sedimentasi di kanal water intake PLTU Grati. Namun penelitian itu dilakukan dengan menggunakan data primer yaitu dengan menggunakan data lingkungan yang merupakan hasil survey secara langsung di PLTU Grati. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode model numerik CCHE (*center for computational hydroscience and engineering*). Dapat disimpulkan dari penelitian pada *canal water intake* PLTU Grati memiliki laju sedimentasi sebesar $1.457,14 \text{ m}^3$ tiap bulannya dan laju sedimentasi yang terjadi dalam satu tahun sebesar $17.485,68 \text{ m}^3$.

Penelitian lain yang terkait tentang sedimentasi yaitu analisis sedimentai yang disebabkan adanya reklamasi di Teluk Lamong. Dalam penelitiannya, menggunakan software Mike 21, sedangkan untuk perhitungan volume sedimen digunakan software surfer (Cahyadi, 2009).

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Sedimen

Sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material yang terkait oleh aliran dari bagian hulu akibat dari erosi (Ronggodigdo, 2011). Sedimentasi merupakan salah satu masalah pada daerah pantai yang sangat penting untuk diperhatikan, hal ini karena akan mempengaruhi kedalaman perairan serta garis pantai. Sedimentasi tersebut dapat timbul karena adanya interaksi gelombang, arus, pasang surut dan kontur dasar laut. Selain itu, sedimen juga dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel sedimen yang mempengaruhi kecepatan jatuh (*fall velocity*) dan angkutan sedimen dasar (*bed load transport*). Kecepatan jatuh adalah kecepatan partikel sedimen mencapai dasar pada kolam dengan air diam. Sehingga, butiran pipih mempunyai kecepatan endap lebih kecil dari pada butiran sedimen yang bulat (Rosyid, 2006).

2.2.2 Pergerakan Angkut Sedimen

Ketika partikel sedimen berpindah, terdapat tiga macam pergerakan angkut sedimen, antara lain:

- *Bed load transport*

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan *bed load*. Adanya *bed load* ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggelinding atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai.

- *Wash load transport*

Wash load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*silt*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai.

- *Suspended load transport*

Suspended load adalah material dasar sungai (*bed material*) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang di atas dasar sungai, karena selalu di dorong ke atas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan alir semakin cepat, gerakan lompatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut

tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen ke arah permukaan, maka material tersebut tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu.

Sifat-sifat sedimen adalah sangat penting di dalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut, antara lain ukuran partikel sedimen dan distribusi sedimen, rapat massa, kecepatan endap, bentuk, tahanan terhadap erosi dan sebagainya (Triatmodjo, 1999). Diantara sifat tersebut distribusi ukuran butir adalah yang paling penting. Berikut merupakan klasifikasi ukuran partikel sedimen menurut Wentworth, yang banyak digunakan dalam bidang teknik pantai (CERC, 1984).

Tabel 2.1 Tabel Skala Klasifikasi Butir Sedimen

Klarifikasi		Diameter Partikel (mm)
Batu		256
<i>Cobble</i>		128
Koral (<i>Pebble</i>)	Besar	64
	Sedang	32
	Kecil	16
	Sangat Kecil	8
Kerikil		4
Pasir	Sangat Besar	2
	Besar	1
	Sedang	0.5
	Halus	0.25
	Sangat Halus	0.063
Lumpur	Kasar	0.031
	Sedang	0.015
	Halus	0.0075
	Sangat Halus	0.0037
Lempung	Kasar	0.0018
	Sedang	0.0009
	Halus	0.0005
	Sangat Halus	0.0003

2.2.3 Transport Sedimen

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen pantai inilah yang akan menentukan terjadinya sedimentasi atau erosi di daerah pantai. Dalam perhitungannya material non kohesif lebih dikenal dengan *bed load* sediment transport karena butiran partikel sedimennya berpindah dengan cara menggeser, menggiling atau meloncat. Sedangkan material sedimen kohesif sering disebut sebagai *suspended load transport*. Sebab material sedimen berpindah dengan cara melayang di air.

Transport sedimen dapat diklasifikasikan menjadi transport menuju dan meninggalkan pantai (onshore offshore transport) dan transport sepanjang pantai (longshore transport). Transport menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus pantai sedang sedimen transport sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai. Menurut Pratikto dkk (1997), tahapan proses transpor sedimen tergantung dari gerakan air dan partikel sedimen yang terangkut. Adapun tahapan proses transpor sedimen secara umum dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Material kohesif dari dasar laut teraduk hingga tersuspensi, atau lepasnya material non kohesif dari dasar laut.
2. Perpindahan material secara horizontal.
3. Pengendapan kembali partikel atau material sedimen tersebut.

2.2.4 Batimetri

Batimetri menurut Setiyono (1996) yaitu ilmu yang mempelajari pengukuran kedalaman lautan, laut atau tubuh perairan lainnya, dan peta batimetri adalah peta yang menggambarkan perairan serta kedalamannya. Sama seperti yang disampaikan oleh Poerbandono dan Djunarsjah (2005), batimetri merupakan proses penggambaran dasar perairan sejak pengukuran, pengolahan hingga visualisasinya. Peta batimetri sendiri dapat diartikan peta yang menggambarkan bentuk konfiurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman dan garis-garis kedalaman. Peta batimetri ini dapat divisualisasikan dalam tampilan 2 dimensi (2D) maupun 3 dimensi (3D). Visualisais tersebut dapat dilakukan karena perkembangan

teknologi yang semakin maju, sehingga penggunaan komputer untuk melakukan kalkulasi dalam pemetaan mudah dilakukan.

2.2.5 Arus

Arus adalah pergerakan suatu massa air dari suatu tempat ke tempat yang lain yang disebabkan oleh tiupan angin atau disebabkan oleh pergerakan pasang surut laut. Klasifikasi massa air berdasarkan penyebabnya yaitu :

1. Angin

Merupakan factor pembangkit arus yang ditimbulkan oleh angin yang mempunyai kecepatan yang berbeda menurut kedalaman.

2. Pasang surut

Arus yang disebabkan oleh gaya Tarik menarik bumi dan benda angkasa yang geraknya horizontal.

3 Turbulensi

Suatu gerakan yang terjadi pada lapisan batas air dan terjadi akibat adanya gaya gesekan antar lapisan.

Gerak vertikal naik turun permukaan air laut karena pasut pada wilayah perairan dan interaksinya dengan batas-batas perairan tempat pasut tersebut terjadi menimbulkan gerak badan air ke arah horizontal. Batas-batas perairan tersebut dapat berupa dinding (pantai dan kedangkalan) dan lantai dasar (Poerbondono, 2005). Istilah arus pasang surut kemudian diberikan pada fenomena ini yang merupakan gerak horizontal badan air menuju dan menjauhi pantai seiring dengan naik turunnya muka air laut yang disebabkan oleh gaya-gaya pembangkit pasut.

Permukaan air laut senantiasa berubah-ubah setiap saat karena gerakan pasang surut, keadaan ini juga terjadi pada tempat-tempat sempit seperti teluk dan selat, sehingga menimbulkan arus pasang surut (*Tidal Current*). Gerakan arus pasut dari laut lepas yang merambat ke perairan pantai akan mengalami perubahan, faktor yang mempengaruhinya antara lain adalah berkurangnya kedalaman (Mihardja et., al 1994).

2.2.5 Pasang Surut

Dronkers (1964) pasang-surut (pasut) merupakan salah satu gejala alam yang tampak nyata di laut, yakni suatu gerakan vertikal (naik turunnya air laut

secara teratur dan berulang-ulang) dari seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut. Gerakan tersebut disebabkan oleh pengaruh gravitasi (gaya tarik menarik) antara bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari.

Pasang surut erat kaitannya dengan gaya gravitasi oleh bulan dan matahari. Pasang tertinggi terjadi saat bulan purnama, karena gravitasi bulan memiliki pengaruh yang lebih besar daripada gravitasi matahari. Walaupun massa bulan jauh lebih kecil daripada massa matahari, namun jarak bulan ke bumi jauh lebih kecil daripada jarak, matahari ke bumi, hal ini sesuai dengan hukum Newton tentang gravitasi seperti persamaan berikut :

Bentuk pasang surut diberbagai daerah tidak sama yang dikarenakan permukaan bumi terdapat pulau-pulau dan benua-benua. Selain itu dasar laut juga tidak rata, adanya palung yang dalam, perairan dangkal, selat, teluk gunung bawah laut dan sebagainya. Keadaan ini yang membuat terjadinya penyimpangan-penyimpangan dari kondisi ideal, dan dapat menimbulkan tipe pasang surut yang beebeda dari satu lokasi kelokasi lainnya.

Menurut Dronkers (1964), ada tiga tipe pasut yang dapat diketahui, yaitu :

1. Pasang surut diurnal. Yaitu bila dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Biasanya terjadi di laut sekitar katulistiwa
2. Pasang surut semi diurnal. Yaitu bila dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang hampir sama tingginya
3. Pasang surut campuran. Yaitu gabungan dari tipe 1 dan tipe 2, bila bulan melintasi khatulistiwa (deklinasi kecil), pasutnya bertipe semi diurnal, dan jika deklinasi bulan mendekati maksimum, terbentuk pasut diurnal

Bilangan Formzal berikut ini dipakai untuk mengetahui tipe pasang surut dari nilai amplitudo komponen utamanya.

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

Tipe pasang surut, berdasarkan nilai F, diklasifikasikan sebagai berikut:

0 - 0,25 = semi diurnal

0,25 - 1,5 = campuran (semi diurnal dominant)

1,5 - 3,0 = campuran (diurnal dominant)

>3,0 = diurnal

Di beberapa tempat, terdapat beda antara pasang tertinggi dan surut terendah (rentang pasut), bahkan di Teluk Fundy (Kanada) bisa mencapai 20 meter. Proses terjadinya pasut memang merupakan proses yang sangat kompleks, namun masih bisa diperhitungkan dan diramalkan. Pasut dapat diramalkan karena sifatnya periodik, dan untuk meramalkan pasut, diperlukan data amplitudo dan beda fasa dari masing-masing komponen pembangkit pasut. Muka surutan (chart datum) adalah suatu titik atau bidang referensi yang digunakan pada peta-peta navigasi maupun pada peramalan pasang-surut, yang umumnya dihubungkan terhadap permukaan air rendah. Muka surutan bukanlah merupakan bidang datar yang menerus, namun hanya terbatas secara lokal. Mengingat elevasi muka air laut yang selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman didalam perencanaan suatu bangunan pantai. Elevasi-elevasi pasang surut yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:

HHWL (Highest High Water Level) : Tinggi muka air maksimum dalam rentang waktu yang ditinjau.

MHWS (Mean High Water Spring) : Rata-rata dari tinggi muka air maksimum tiap spring dalam rentang waktu yang ditinjau

MHWL (Mean High Water Level) : Rata-rata dari tinggi muka air maksimum tiap kali pasang dalam rentang waktu yang ditinjau

MSL (Mean Sea Level) : Rata-rata muka air dalam rentang muka air yang ditinjau

- MLWL (Mean Low Water Level) : Rata-rata dari tinggi muka air minimum tiap kali surut dalam rentang waktu yang ditinjau
- MLWS (Mean Low Water Spring) : Rata-rata dari tinggi muka air minimum pada saat spring dalam rentang waktu yang ditinjau
- LLWL (Lowest Low Water Level) : Tinggi muka air terendah dalam rentang waktu yang ditinjau.

2.2.6 Hidrodinamika Pantai

Hidrodinamika adalah ilmu yang mempelajari tentang gerak fluida yang dipengaruhi gelombang, arus, dan pasang surut. Dalam hidrodinamika laut gaya gravitasi, gaya gesekan, dan gaya Coriolis adalah gaya-gaya yang memiliki pengaruh terbesar (Stewart, 2006 *dalam* Cahyana, 2011). Gaya gravitasi merupakan gaya yang dominan dalam hidrodinamika. Gaya berat dari air laut yang merupakan akibat dari adanya gravitasi yang menghasilkan tekanan hidrostatik. Perubahan gravitasi yang diakibatkan oleh gerakan matahari dan bulan relatif terhadap bumi, menyebabkan terjadinya pasang surut, arus dan pencampuran.

Gravitasi juga menyebabkan terjadinya buoyancy, yaitu gaya naik atau gaya turun pada paket-paket air yang memiliki densitas lebih besar atau lebih kecil dari pada air di sekitarnya pada level yang sama. Gaya gesekan adalah gaya yang bekerja pada dua buah permukaan yang saling bersentuhan dan terjadi gerak relatif antara keduanya. Permukaan di sini dapat berupa paket air atau udara. Tekanan angin adalah gesekan yang disebabkan oleh bertiupnya angin di atas permukaan laut. Tiupan angin mentransfer momentum horizontal ke laut sehingga menghasilkan arus laut. Jika angin bertiup pada gelombang laut, maka akan terjadi gelombang laut yang lebih besar (Stewart, 2006 *dalam* Cahyana, 2011).

2.2.7 Pengerukan

Menurut Mahendra (2014) pengerukan (dredging) merupakan bagian dari ilmu sipil, yang memiliki pengertian pemindahan material dari dasar bawah air dengan menggunakan peralatan keruk atau setiap kegiatan yang merubah

konfigurasi dasar atau kedalaman perairan seperti laut, sungai, danau, pantai ataupun daratan sehingga mencapai elevasi tertentu dengan menggunakan peralatan kapal keruk. Secara teknis, pengerukan itu adalah merelokasi sedimen bawah air untuk pembangunan dan pemeliharaan saluran air, tanggul dan prasarana transportasi laut, serta untuk perbaikan tanah atau reklamasi. Jadi pada gilirannya nanti, pengerukan itu juga menopang pembangunan dan pengembangan sosial, ekonomi dan restorasi lingkungan. Pekerjaan pengerukan itu sendiri untuk pembangunan yang berkelanjutan, seperti proyek-proyek infrastruktur yang menggunakan pendekatan holistik, artinya pekerjaan tersebut tidak dapat dipisahkan dengan pekerjaan lainnya dan merupakan satu kesatuan yang utuh serta saling keterkaitan.

Menurut Eisma (2006) secara garis besar pengerukan dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Pengerukan Awal (*Capital Dredging*)

Capital Dredging dilakukan pada tipe tanah yang telah lama mengendap. Pengerukan jenis ini biasanya digunakan dalam pengerjaan pelabuhan, alur pelayaran, waduk, atau area yang akan digunakan sebagai industri.

2. Pengerukan Perawatan (*Maintenance Dredging*)

Maintenance Dredging dilakukan pada tipe tanah yang belum lama mengendap. Pengerukan ini dilakukan untuk membersihkan siltation yang terjadi secara alami. Pengerukan ini biasanya diterapkan pada perawatan alur pelayaran dan pelabuhan.

3. Pengerukan Ulang (*Remedial Dredging*)

Remedial Dredging dilakukan pada wilayah yang telah dikeruk namun mengalami kesalahan. Kesalahan ini biasanya berupa kesalahan kedalaman pengerukan.

Tujuan pengerukan menurut Bray dan Cohen (2010) meliputi:

1. Pelayaran

Untuk membuat atau memperpanjang pelabuhan, untuk memelihara perluasan, perbaikan sarana lalu lintas laut pelabuhan.

2. Konstruksi dan Reklamasi

Untuk mendapatkan material bangunan seperti pasir, kerikil, dan tanah liat atau untuk menimbun lahan (dengan material kerukan) sebagai tempat membangun daerah industri, pemukiman, jalan dan lainnya.

3. Perbaikan Lingkungan

Untuk menghilangkan atau memulihkan polutan pada saluran air dan meningkatkan kualitas air.

4. Pengendali Banjir

Untuk memperbaiki atau memperlancar aliran sungai dengan memperdalam dasar sungai.

5. Pertambangan

Untuk memperoleh bahan-bahan tambang seperti mineral dan lainnya.

2.2.8 Pemodelan Delft3D pada Simulasi

Delft3D merupakan software yang berfungsi untuk simulasi pada daerah pantai, sungai dan pada muara. Selain itu Delft3D juga dapat mensimulasikan gelombang, sedimen, ekologi dan kualitas air pada pantai.



Gambar 2.1 Tampilan *software* DELFT3D (Deltares, 2011)

Simulasi pada software Delft3D ini menggunakan grid atau garis bantu. Grid adalah garis bantu koordinat arah vertikal dan horizontal untuk menentukan luas daerah atau untuk mengatur batas daerah yang disimulasikan. Grid terdiri dari dua system yaitu *coordinate cartessian* berbentuk persegi dan *coordinate spherical*.

Delft 3D terdiri dari beberapa system fungsi yaitu :

4. Delft3D-FLOW : Simulasi tsunami, pasang surut, aliran sungai dan banjir
5. Delft3D-WAVE : Perambatan gelombang
6. Delft3D-WAQ : Kualitas air pada daerah *far-field*
7. Delft3D-PART : Kualitas air dan gerakan partikel pada daerah midfield
8. Delft3D-ECO : Pemodelan Ekologi
9. Delft3D-SED : Pengangkutan sedimen untuk partikel kohesif dan non kohesif

Pada pemodelan ini menggunakan Delft3D- Flow. Delft3D- Flow terdiri dari 7 bagian yang memiliki fungsi sebagai berikut :

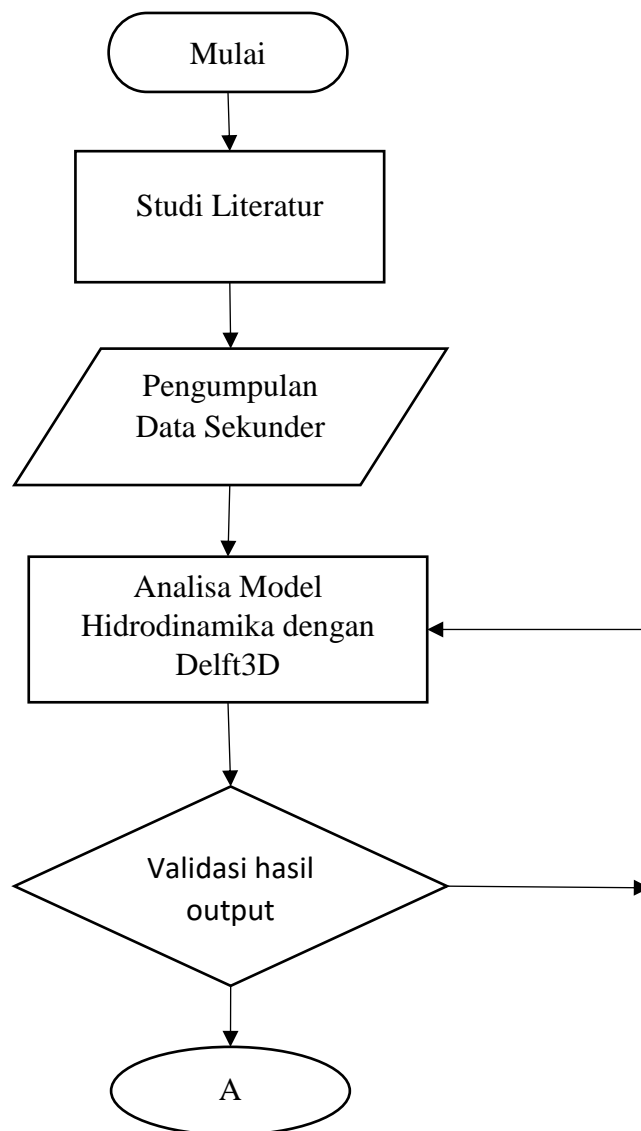
- Delft 3D-RGFGRID : Membuat zona segmen dalam bentuk grid pada topografi
- Delft3D-QUICKIN : Masukan output pada grid berupa data bathimetri,kondisi awal untuk water level, salinitas dan lain-lain.
- Delft 3D-TRIANA : Analisis pasang surut dalam interval waktu.
- Delft 3D-TIDE : Analisis pasang surut terhadap water level dan kecepatan.
- Delft 3D-NESTHD : Membuat batasan dari keseluruhan model.
- Delft 3D-GPP : Menampilkan hasil simulasi berupa gambar animasi dan visualisasi.
- Delft 3D-QUICKPLOT : sama halnya dengan Delft3D-GPP

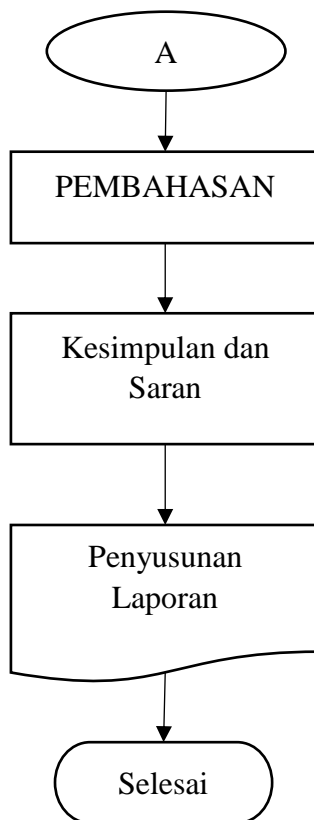
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam pengerjaan tugas akhir ini diperlukan diagram alir pengerjaan untuk mempermudah evaluasi perkembangan. Pengerjaan tugas akhir ini dapat dijelaskan dalam diagram alir berikut :





3.2 Prosedur Penelitian

Penjelasan langkah-langkah penelitian dalam diagram alir pada gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Dalam tahapan ini, penulis melakukan studi literatur dari beberapa jurnal, buku ilmiah ataupun laporan tugas akhir terdahulu yang membahas permasalahan yang sama dengan tugas akhir ini. Tahapan ini berguna untuk untuk memahami lebih dalam mengenai analisa metode sedimentasi dan pengerukan. Selain itu penulis juga mempelajari proses pengolahan data pemodelan dengan menggunakan software Delft3D- yang dapat dipelajari melalui modul yang terdapat pada software tersebut.

2. Pengumpulan Data

Dalam tahapan ini, peneliti menggunakan data sekunder yang didapatkan dari pengukuran serta penelitian pihak lain. Adapun data-data lingkungan yang digunakan adalah data tahun 2015 yaitu data peta batimetri, data arus, data pasang surut dan data sedimen.

3. Pemodelan Hidrodinamika

Dalam melaksanakan permodelan hidrodinamika, pemodelan menggunakan software Delft3D. Sebelumnya dilakukan terlebih dahulu simulasi untuk menentukan batas daerah yang akan dimodelkan dalam bentuk *grid* dengan menggunakan Delft3D-Grid. Kemudian *grid* dapat dimasukkan ke dalam Delft3D-Quickin yang selanjutnya dapat dilakukan permodelan dapat dijalankan dengan menggunakan Delft3D-Flow.

4. Validasi

Data yang telah diolah perlu dilakukan validasi mengenai kecocokan data antara data yang di ambil langsung di lokasi studi dengan data hasil simulasi. Setelah hasil meshing sudah valid maka dapat dilanjutkan memodelkan sebaran sedimen.

5. Pembahasan

Setelah diketahui hasil sebaran dan laju sedimentasi di area jetty, maka dilakukan pembahasan berupa besar volume sedimentasi yang terjadi. Kemudian dapat dihitung prediksi waktu pengerukan yang dapat dilakukan guna menjaga agar tidak terjadi pendangkalan

6. Kesimpulan dan Saran

Dan yang terakhir adalah membuat kesimpulan yang sesuai dengan perumusan masalah yang telah dibuat dan memberikan saran yang tepat untuk penelitian-penelitian yang mungkin akan dilakukan dengan topik yang sama sehingga diharapkan bisa memudahkan dalam pengerjaan penelitian tersebut.

7. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan meliputi penulisan mulai dari awal (latar belakang, tujuan, dan sebagainya) sampai dengan saran dan kesimpulan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

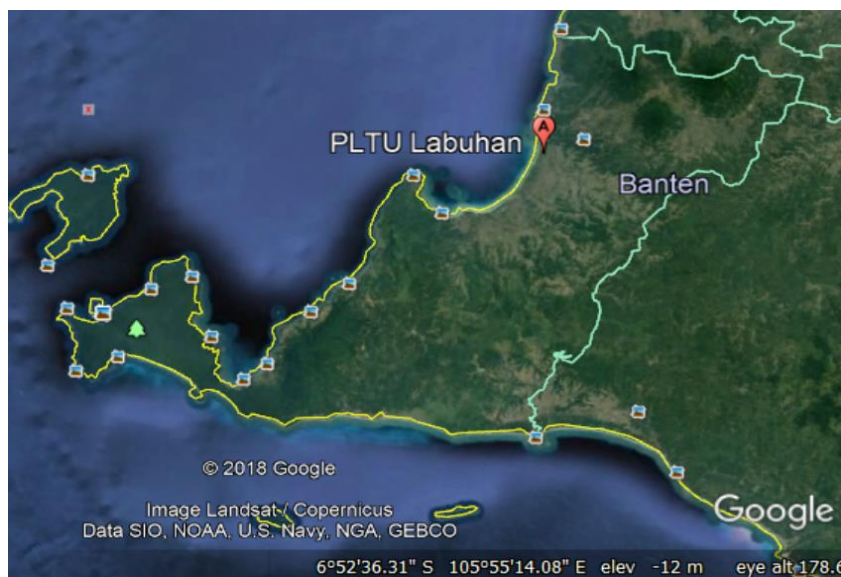
BAB IV ANALISIA DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi studi pada Tugas Akhir ini di kawasan PLTU Banten 2 Labuan yang terletak di Desa Sukamaju, Kec. Labuan, Kab Pandeglang, Propinsi Banten. Secara geografis lokasi daerah studi terletak pada koordinat $105^{\circ} 49' 33.7$ s/d $105^{\circ} 49' 45.1$ BT dan $6^{\circ} 22' 55.5$ s/d $6^{\circ} 24' 07.1$ LS. Posisi PLTU Banten 2 Labuan berada pada koordinat $105^{\circ} 49' 43.6$ BT dan $6^{\circ} 23' 30.4$ LS sehingga masuk kedalam bumi bagian selatan (BBS).

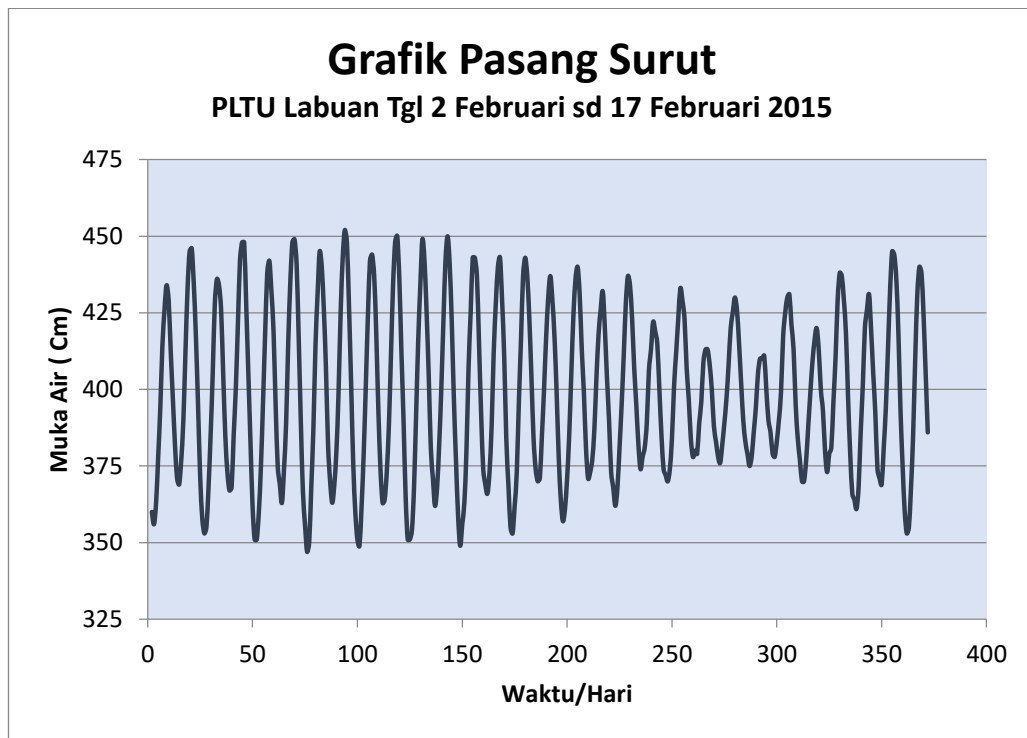


Gambar 4.1 Lokasi PLTU Banten 2 Labuan (google earth)



Gambar 4.2 Posisi Laut di Kawasan PLTU Banten 2 Labuan
(google earth)

Berikut grafik hasil pengamatan pasang surut PLTU Labuan Banten.



Gambar 4.4 Pengamatan Pasang Surut PLTU Banten 2 Labuan
 (Badan Pengembangan dan Pengelola Usaha ITS, 2015)

Berdasarkan hasil perhitungan bilangan Formzal tipe pasang surut di perairan PLTU Labuan Banten adalah pasang surut harian ganda (terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam waktu 24 jam). Analisa pasang surut menggunakan metode kuadrat terkecil dengan nilai Formzal = 0.1964 serta didapatkan konstanta astronomic pasang surut yang terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konstanta Harmonik Pasang Surut Perairan PLTU Labuan Banten

Tidal Constituent	Symbol	Amplitude (m)	Phase (radians)
Average water level	S ₀	3.99	
Main lunar constituent	M ₂	35	204
Main solar constituent	S ₂	21	242
Soli-lunar constituent	K ₁	9	261
Main lunar constituent	O ₁	2	204
Lunar constituent, due to earth-moon distance	N ₂	8	203
Soli-lunar constituent, due to the change of declination	K ₂	6	287
Main solar constituent	P ₁	9	261
Main lunar constituent	M ₄	1	33
Soli lunar constituent	MS ₄	1	111

Sumber : Badan Pengembangan dan Pengelola Usaha ITS (2015)

Berdasarkan pengamatan pasang surut pada tanggal 2 sampai 17 Februari pada grafik maka didapatkan beberapa elevasi penting seperti berikut :

HHWS	= 134 cm
MHWS	= 123 cm
MSL	= 67 cm
MLWS	= 11 cm
LLWS	= 0 cm

4.2.3 Data Arus

Data arus merupakan data sekunder yang didapat dari hasil pengukuran pada 6 titik di sekitar dermaga PLTU Labuan Banten (gambar 4.3). Pengukuran arus dilakukan pada tanggal 7-9 Februari 2018 dimana di setiap titik dilakukan selama 24 jam dengan interval waktu 60 menit. Pengukuran data arus dilakukan pada 3 elevasi yaitu kedalaman 0.2d, 0.6d, 0.8d. Data yang dibutuhkan berupa data sekunder yang nantinya akan di analisis secara berbeda-beda.

Pengukuran dilakukan pada 6 titik (gambar 4.3) dengan coordinate sebagai berikut:

Titik 1 : X = 591128.86, Y = 9293416.78

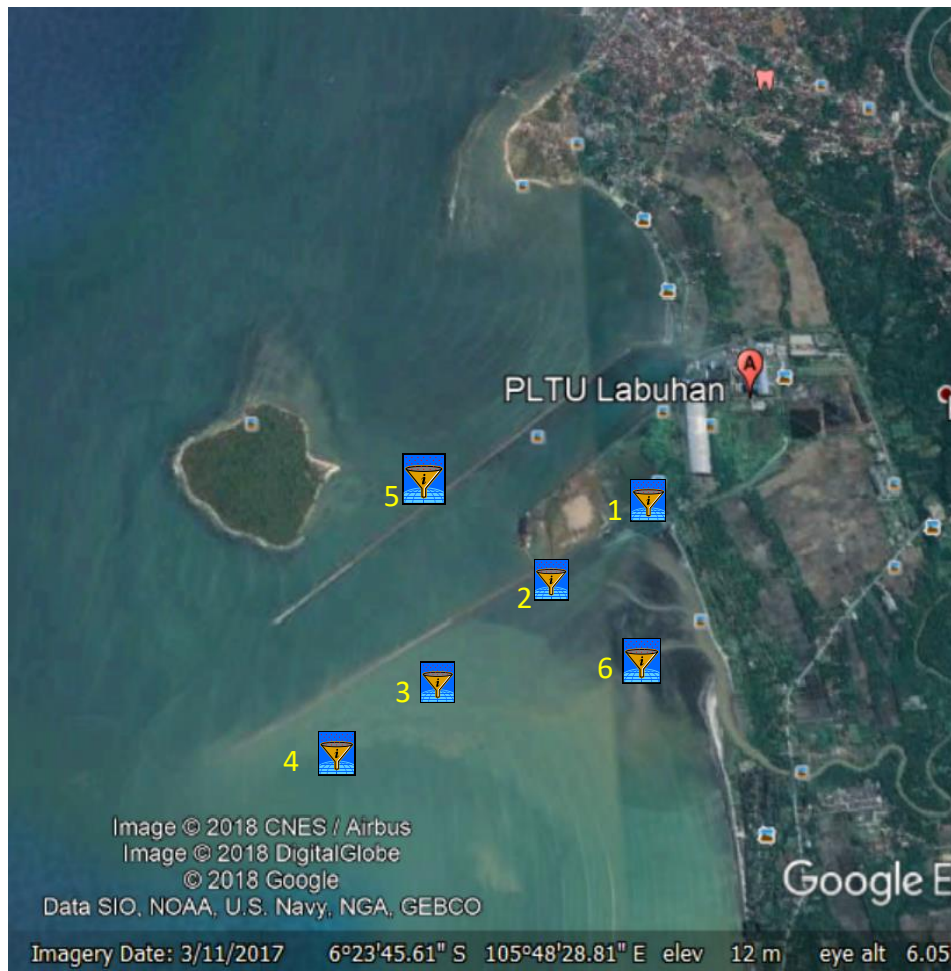
Titik 2 : X = 590314.69, Y = 9292702.00

Titik 3 : X = 589721.18, Y = 9292229.46

Titik 4 : X = 588740.60, Y = 9291527.98

Titik 5 : X = 590044.54, Y = 9293481.05

Titik 6 : X = 591047.31, Y = 9292658.70



Gambar 4.5 Lokasi Pengukuran (google earth)

Tabel 4.2 Data Pengukuran Arus Laut

Lokasi	Kecepatan Arus Laut		
	Tertinggi (cm/s)	Rata-rata (cm/s)	Terendah (cm/s)
Titik 1 (intake)	50.672	45.160	41.020
Titik 2 (intake)	44.925	39.413	35.273
Titik 3 (alur)	60.660	26.790	4.152
Titik 4 (alur masuk)	45.702	20.299	3.321
Titik 5 (dekat pulau)	49.959	24.556	7.578
Titik 6 (depan outlet)	37.204	31.692	27.552

Sumber : (Badan Pengembangan dan Pengelola Usaha ITS, 2015)

4.2.4 Data Sedimen

Data sedimen merupakan data sekunder yang diukur pada 6 titik disekitar kawasan PLTU Labuan.

Tabel 4.3 Data Pengukuran Sedimen

Lokasi (Titik)	% Soil Type					Ukuran Butiran D50 (mm)	Jumlah TSS (mg/liter)	Jenis Tanah
	Specific gravity	Gravel	Sand	Silt	Clay			
1	2.68	3.10	47.42	40.1	9.42	0.026444	887	<i>sandy sand</i>
2	2.67	0	98.59	1.41	0	0.188889	281	<i>sand</i>
3	2.35	1.77	71.02	25.7	1.51	0.066667	545	<i>loamy sand</i>
4	2.66	3.14	95.45	1.41	0	0.455556	517	<i>sand</i>
5	2.69	3.14	95.45	1.41	0	0.455556	784	<i>sand</i>
6	2.7	0.57	96.66	2.82	0	0.205556	757	<i>sand</i>

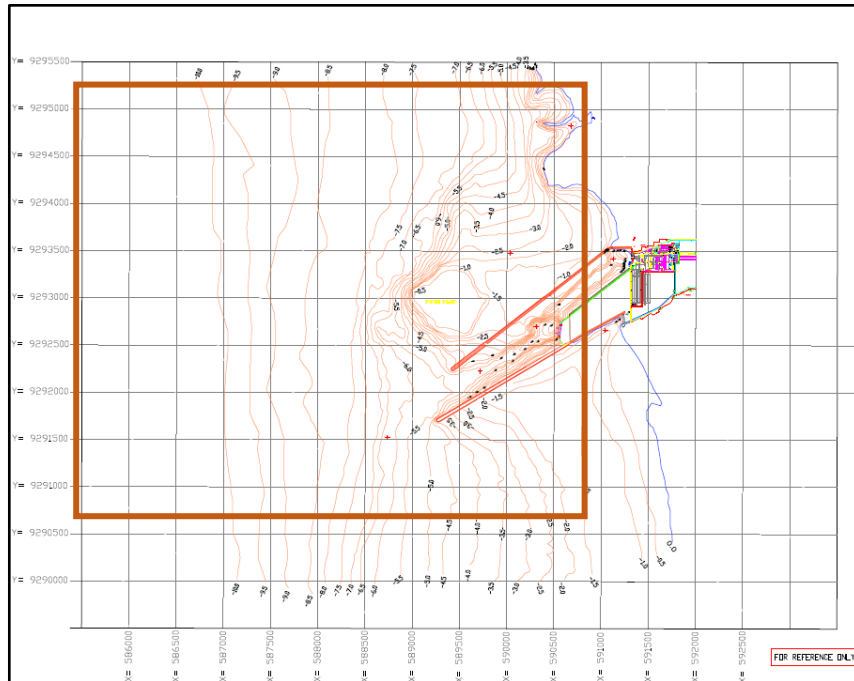
Sumber : (Badan Pengembangan dan Pengelola Usaha ITS, 2015)

4.3 Pemodelan Hidrodinamika

4.3.1 Meshing Data

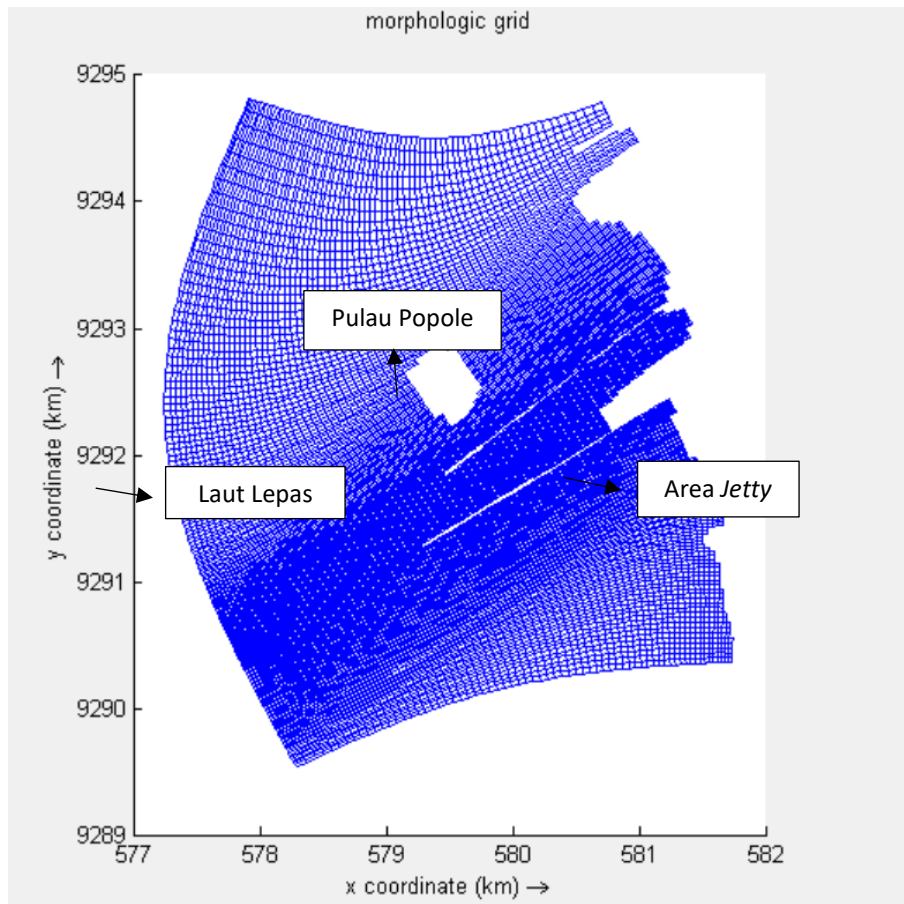
Hal yang pertama dilakukan dalam pembuatan meshing pada pemodelan ini adalah menentukan lokasi area pemodelan. Area pemodelan pada PLTU Banten 2

Labuan berukuran lebih kurang 6 x 5 km. Berikut merupakan lokasi area pemodelan (gambar 4.6).



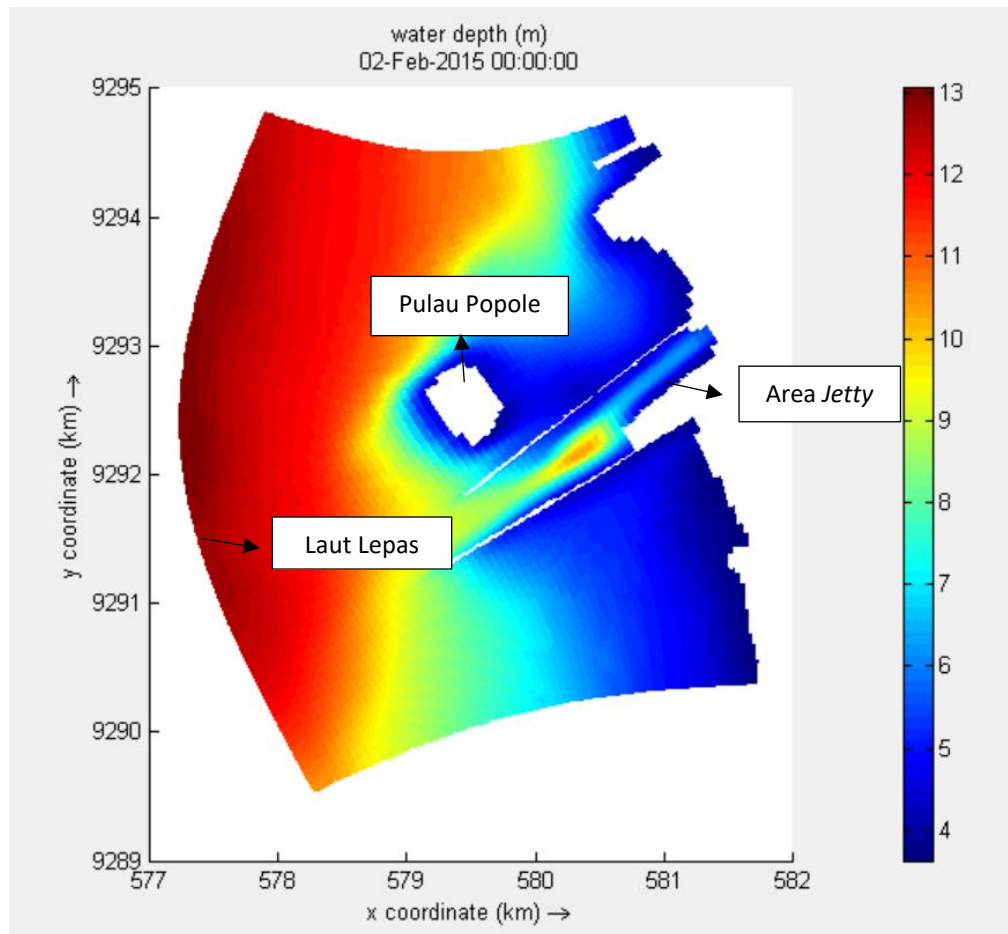
Gambar 4.6 Grid Daerah Permodelan

Data peta batimetri yang telah didapatkan sebelumnya kemudian diolah menjadi file format .dxf dan kemudian di *convert* dengan *software* dxfxyz sehingga menghasilkan data dalam bentuk format .xyz. Format ini yang nantinya akan dimasukan ke dalam Delft3D. Pembuatan meshing grid menggunakan DELFT-RGFGRID. Setelah dilakukan meshing, untuk menentukan batas antara darat dan laut maka digunakan file *land boundary* atau file yang berisi garis pantai dalam format .ldb. Grid dibuat dengan variasi ukuran kotak 76 x 302 (gambar 4.7).



Gambar 4.7 Grid Daerah Permodelan

Setelah pembuatan grid dengan nilai *orthogonality* yang baik, selanjutnya menggabungkan grid dengan sampel kedalaman daerah pemodelan dengan Delft3D-QUICKIN. Setelah menggabungkan keduanya dilakukan *triangular tripolation*. Setelah itu dicek nilai *courant number* yaitu kestabilan grid dalam perhitungan sehingga data akan menjadi convergent dimana nilai *courant number* lebih kecil dari 10 (Delft3D *user manual*, 2014)



Gambar 4.8 Meshing Kedalaman Batimetri Daerah Pemodelan

4.3.2 Parameter Masukan Pemodelan

Pemodelan dilakukan dengan Delft3D-FLOW bertujuan untuk mendapatkan bentuk pemodelan dari pasang surut, pola sebaran arus dan sebaran sedimen. Adapun beberapa parameter yang harus dimasukan sebelum running adalah data pasang surut, salinitas, temperature dan data sedimen. Berikut merupakan beberapa parameter masukan yang digunakan pada pemodelan Delft3D-FLOW.

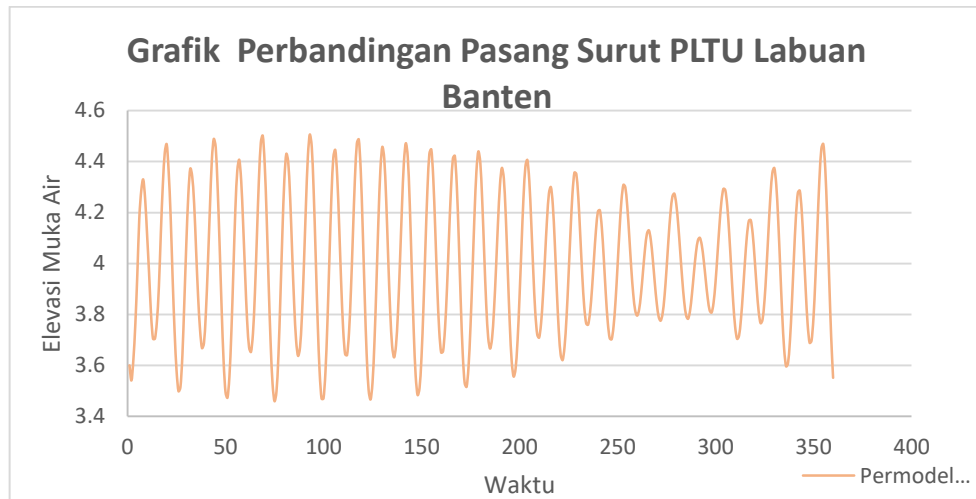
Tabel 4.4 Parameter *Input Data Flow*

Item	Jenis Data	Nilai	
Domain	Grid	.grd & .enc	
	Batimetri	.dep	
Time Frame	Tanggal simulasi	02 Februari 2015	
	Waktu berhentinya simulasi	17 Februari 2015	
	Interval Waktu	0.5 menit	
Boundaries	Batas pasang surut	Amplitudo (deg)	Phase (m)
	A0	3.99	
	M2	0.35	204
	S2	0.21	242
	N2	0.08	203
	K1	0.09	261
	O1	0.02	204
	M4	0.01	33
	MS4	0.01	111
	K2	0.06	287
	P1	0.02	238
Physical Parameters	Gravitasi	9.81 m/s ²	
	Desnsitas Air	1025 kg/m ³	
	Koefisien Kekasaran Chezy	Uniform U:65 V:65	
	Sediment Flow Rate (TSS)	0.281 kg/m ³	
	Salinitas	31 ppt	
	Temperature	29.61 °C	
Sedimen Kohesif	Jenis tanah	Sandy Sand	
Sedimen Non-Kohesif	Jenis Tanah	Sand	
	D50	188 μm	
Monitoring (cross-section)	cross-section 1		
	cross-section 2		
	cross-section 3		

4.4 Hasil Pemodelan

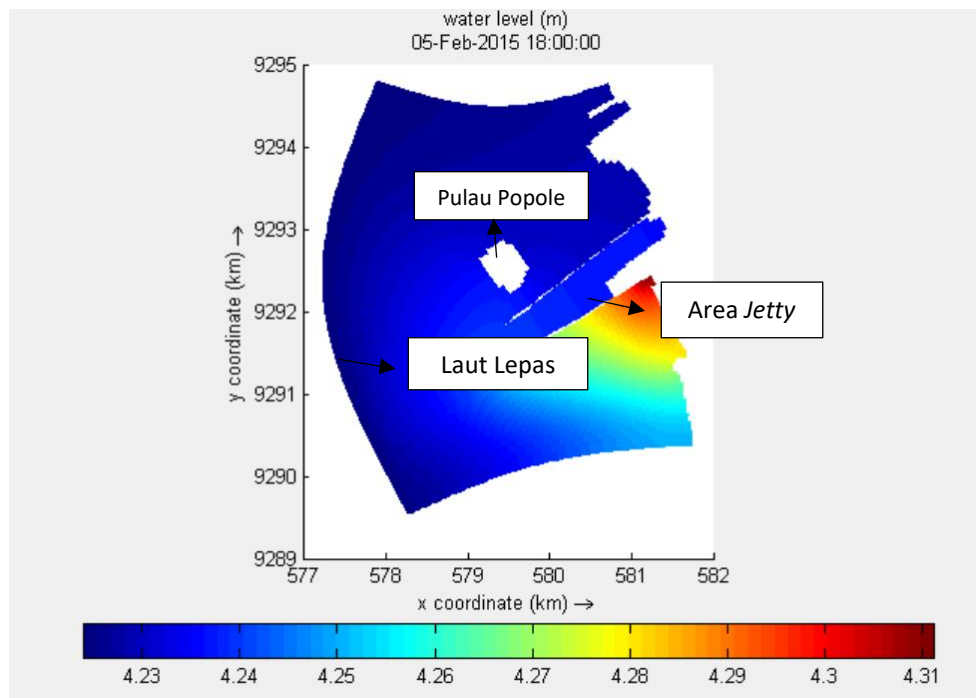
4.4.1 Kalibrasi Pasang Surut

Setelah melakukan *running flow* maka didapatkan hasil elevasi muka air selama 15 hari dengan time series ditunjukkan oleh gambar Gambar 4.8.



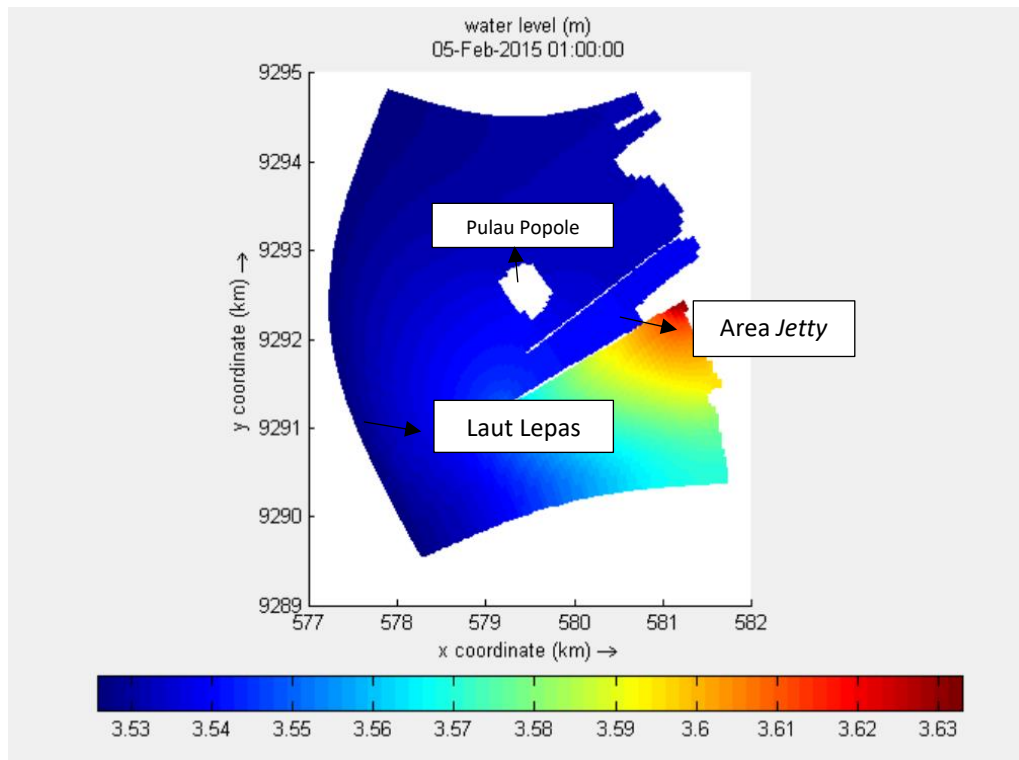
Gambar 4.9 Hasil Permodelan Pasang Surut PLTU Labuan Banten

Berikut ini adalah hasil pemodelan elevasi pasang surut saat pasang tertinggi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.10



Gambar 4.10 Hasil Pemodelan Pasang Surut Saat Pasang

Berikut ini adalah hasil pemodelan elevasi pasang surut saat surut terendah yang ditunjukkan oleh Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil Pemodelan Pasang Surut Saat Surut

Setelah melakukan pemodelan pasang surut maka dapat dilakukan perbandingan data dengan hasil pemodelan. Dalam perhitungan ini, digunakan metode *Mean Absoute Percentage Error* (MAPE) untuk menghitung kesalahan nilai pemodelan yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut residual. Perhitungan MAPE dapat ditulis sebagai berikut :

$$M = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

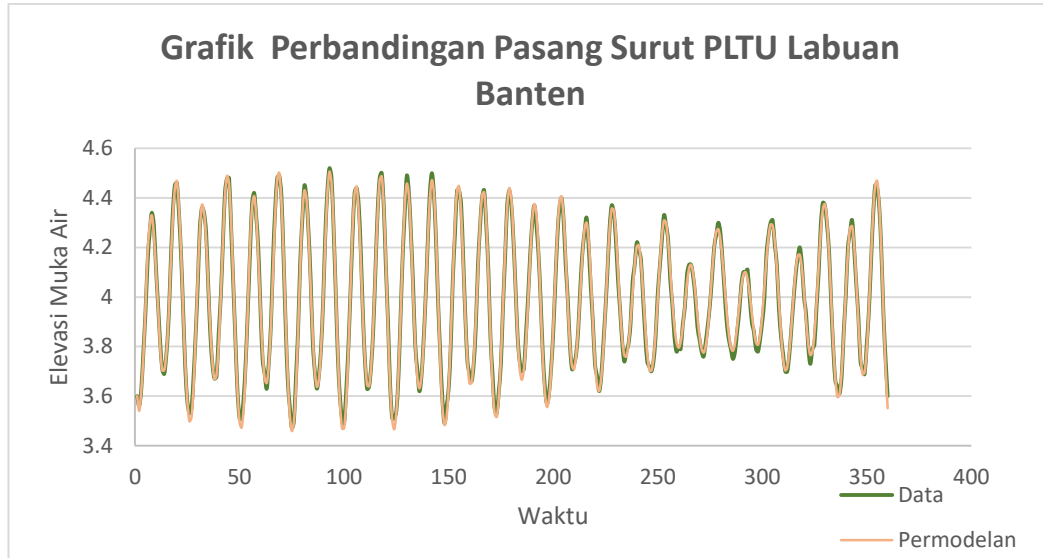
dengan,

At : Data hasil pengukuran di lapangan

Ft : Data hasil pemodelan

n : Jumlah data

Nilai MAPE yang baik adalah nilai yang berada di bawah 10%. Berikut ini merupakan grafik perbandingan elevasi pasang surut antara data sesungguhnya dengan hasil pemodelan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.12



Gambar 4.12 Hasil Validasi Pasang Surut PLTU Labuan Banten

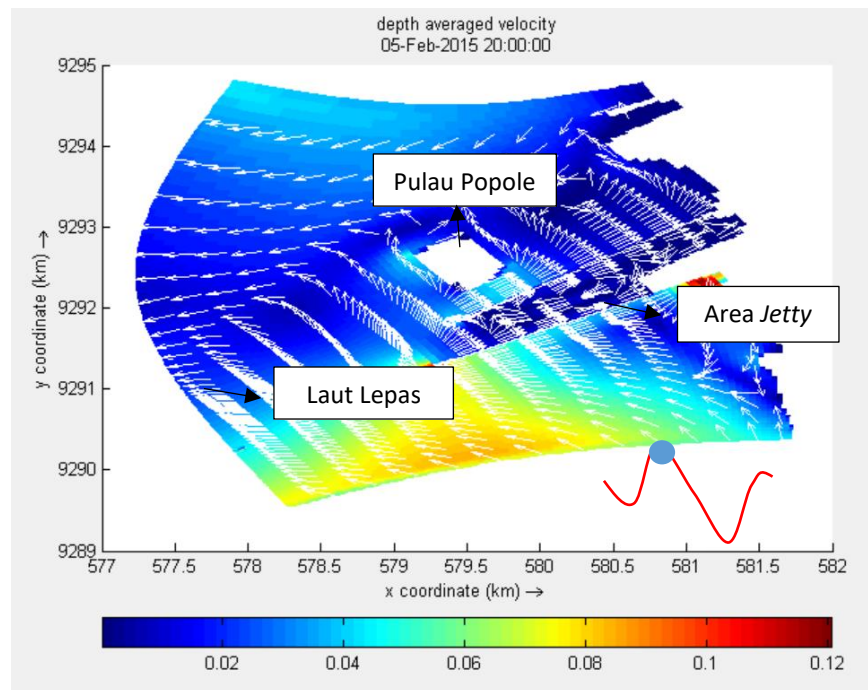
Hasil *output* data yang telah di *running* diolah dalam bentuk *excel*, pada *time step* yang sama maka didapatkan hasil validasi dari perbandingan data pengukuran pasang surut sebelumnya (gambar 4.4) dengan data hasil pemodelan pasang surut dengan menggunakan *software* (gambar 4.10) dengan persentase eror *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) sebesar 0.4 %.

4.4.2 Pola Sebaran Arus dan Sedimentasi

Setelah dilakukan pemodelan hidrodinamika, maka akan didapatkan pola sebaran arus yang terjadi selama *time step* yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil pola arus dapat dilihat pada output pemodelan yaitu pada QUICKPLOT. Pengamatan pola arus dilihat pada kondisi-kondisi tertentu. Kondisi yang diamati adalah saat terjadi pasang tertinggi, menuju kondisi surut, saat terjadi surut terendah dan perubahan kondisi dari surut terendah menuju pasang.

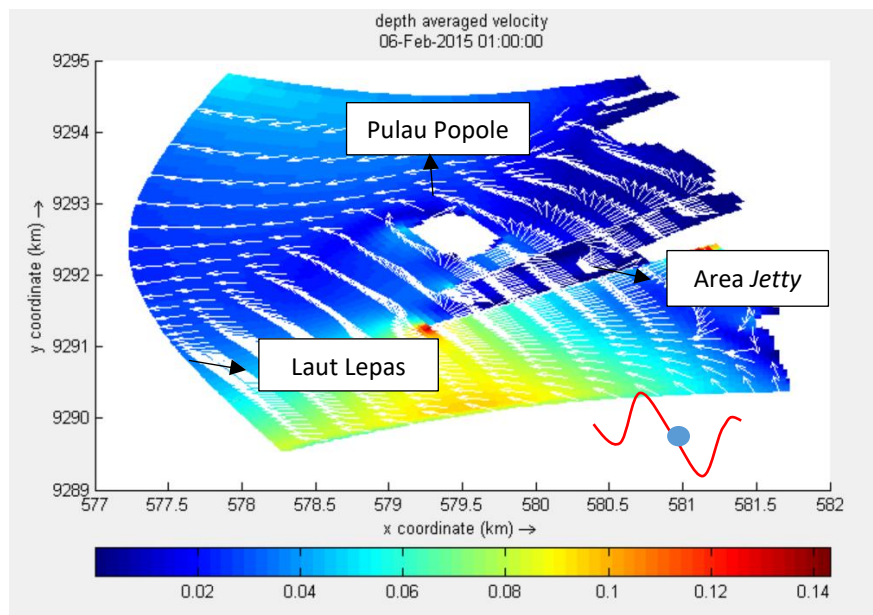
Hasil pola arus dari simulasi pada gambar 4.13 merupakan gerakan arus yang terjadi pada saat terjadi pasang tertinggi yaitu pada *time step* ke 93. Pola pergerakan arus pada saat kondisi pasang tertinggi adalah arus bergerak menuju

arah pantai. Berikut ini adalah hasil pemodelan pola arus kondisi saat terjadi pasang tertinggi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13 .



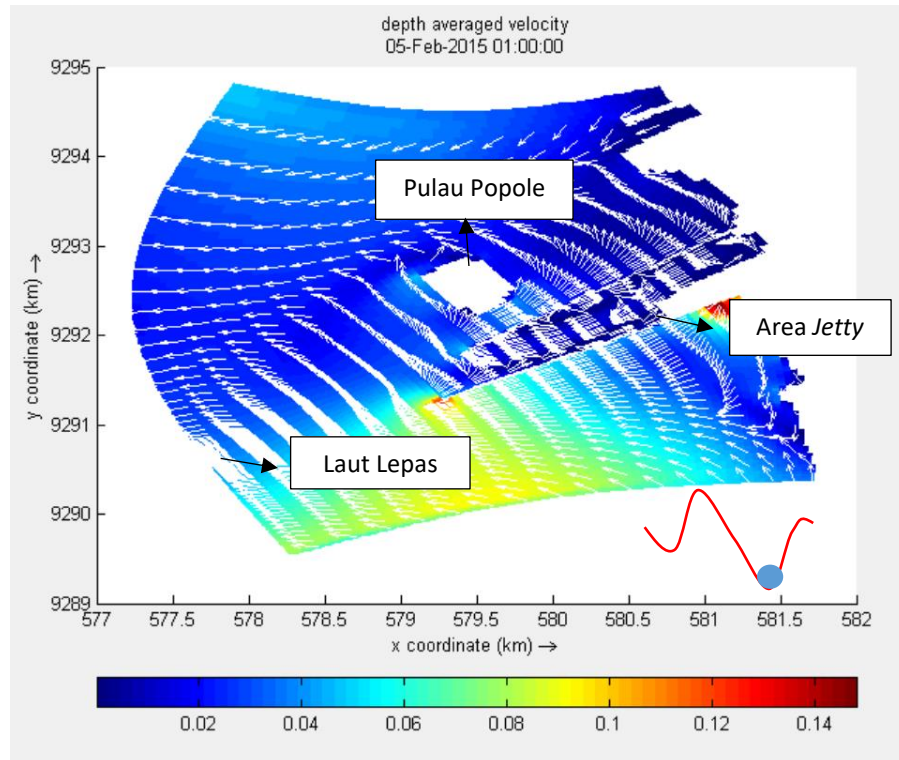
Gambar 4.13 Pemodelan Arah Pola Arus saat Pasang Tertinggi

Pada *time step* 98 saat kondisi menuju surut dari pasang tertinggi pergerakan arus dari garis pantai menuju kearah laut lepas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.14.



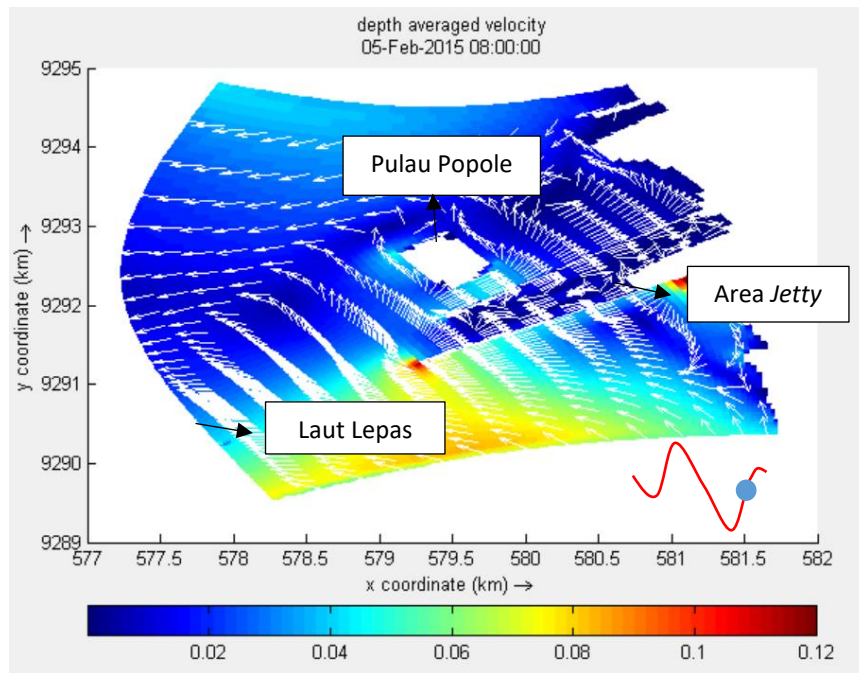
Gambar 4.14 Pemodelan Arah Pola Arus saat akan Surut

Gambar 4.15 merupakan pergerakan arus pada saat terjadi surut terendah yang terjadi pada *time-step* ke 74 saat kondisi surut terendah dengan arah gerakan arus menuju lepas pantai.



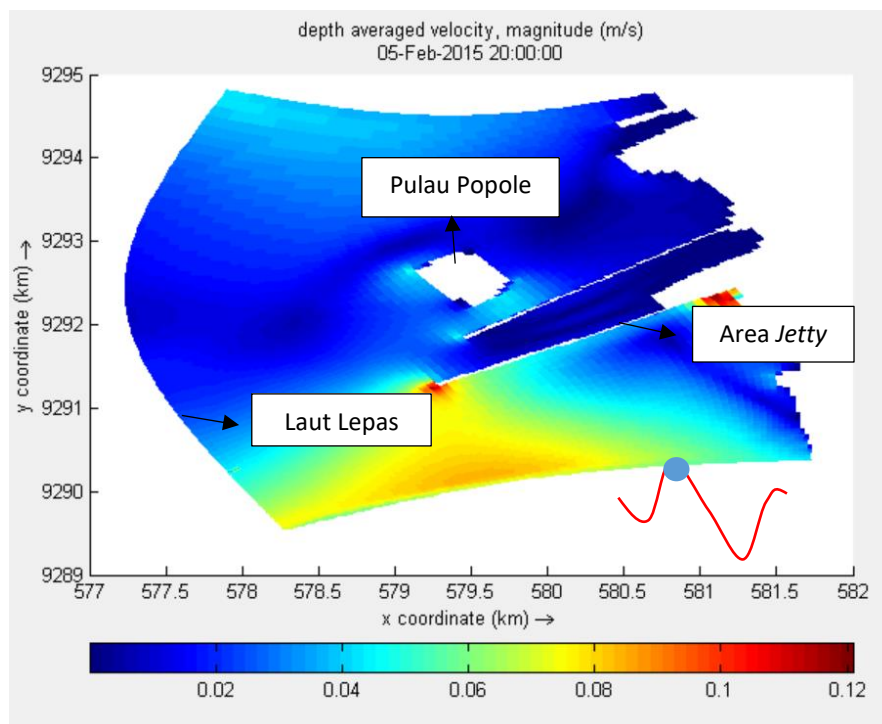
Gambar 4.15 Pemodelan Arah Pola Arus saat Surut Terendah

Pada saat kondisi menuju pasang dari surut terendah seperti yang terdapat pada Gambar 4.16 , pergerakan arus adalah menuju kedaerah pantai

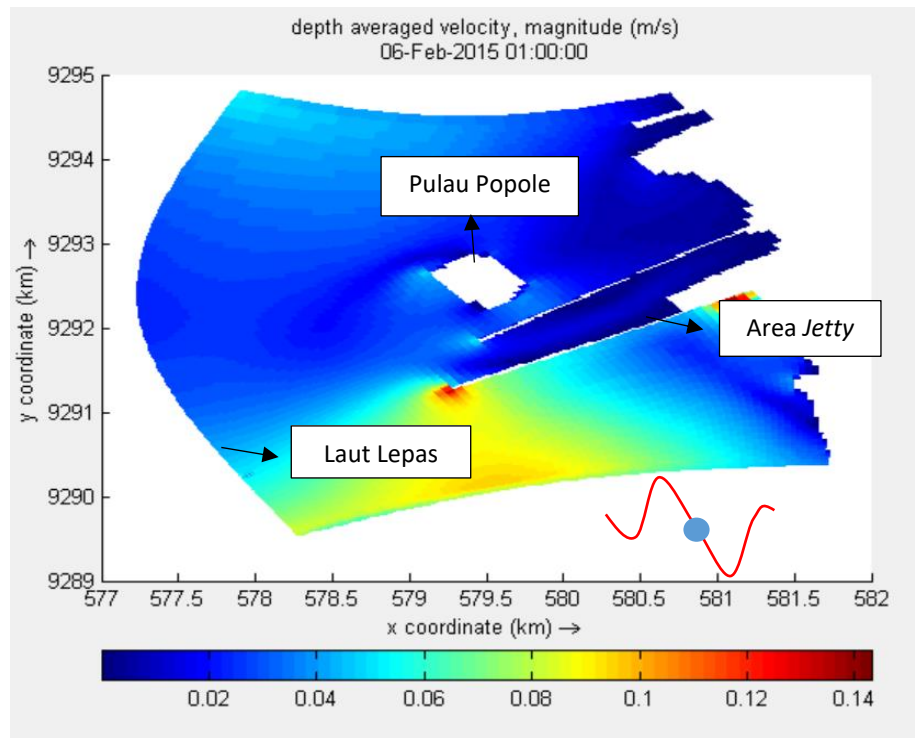


Gambar 4.16 Pemodelan Arah Pola Arus saat akan Pasang

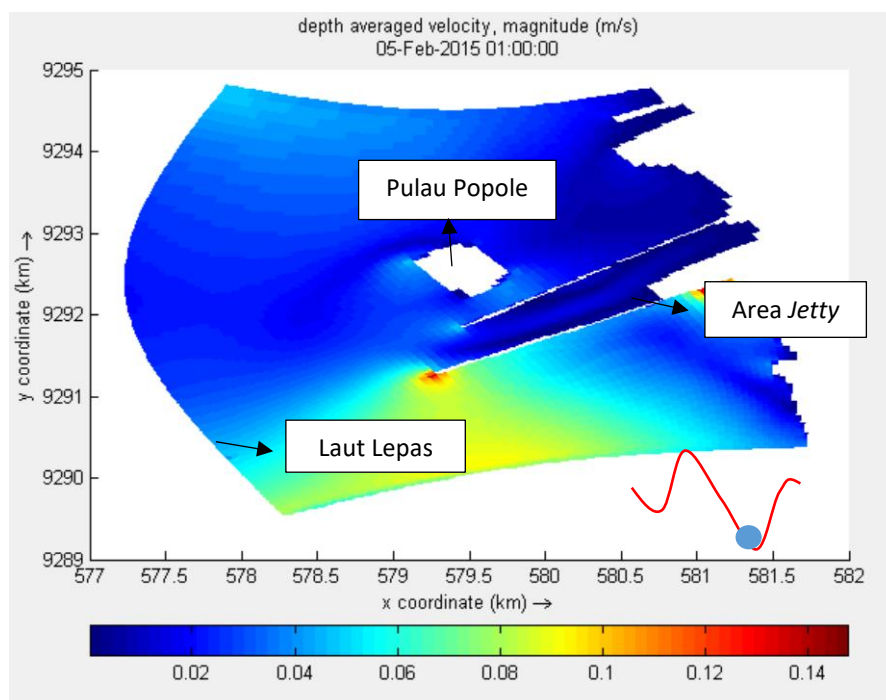
Karakteristik dari sebaran arus saat pasang adalah arus dominan menuju ke garis pantai. Sedangkan saat surut, arah arus dominan akan meninggalkan pantai.



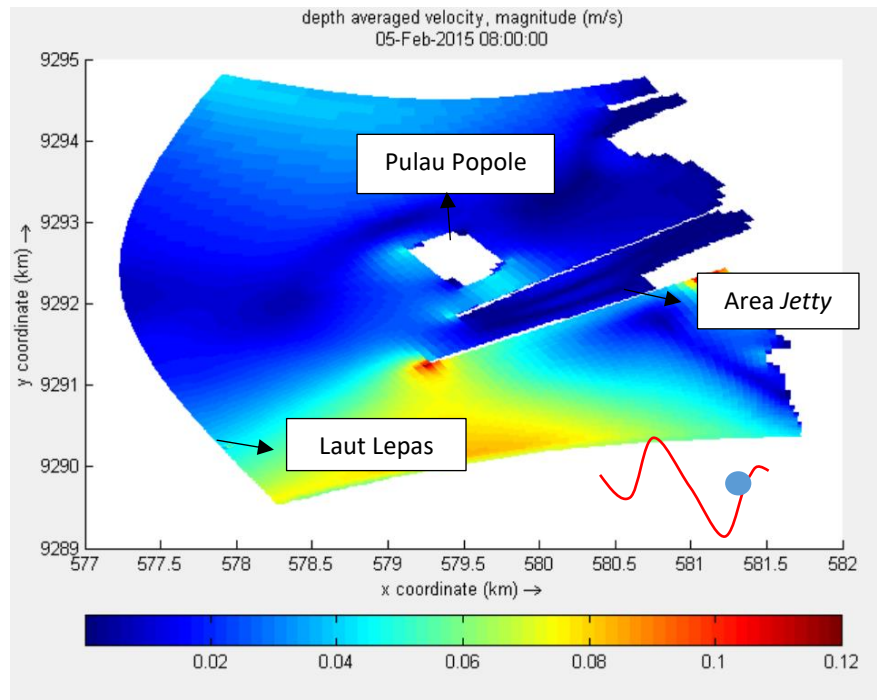
Gambar 4.17 Pemodelan Kecepatan Arus Saat Pasang Tertinggi



Gambar 4.18 Pemodelan Kecepatan Arus saat akan Surut

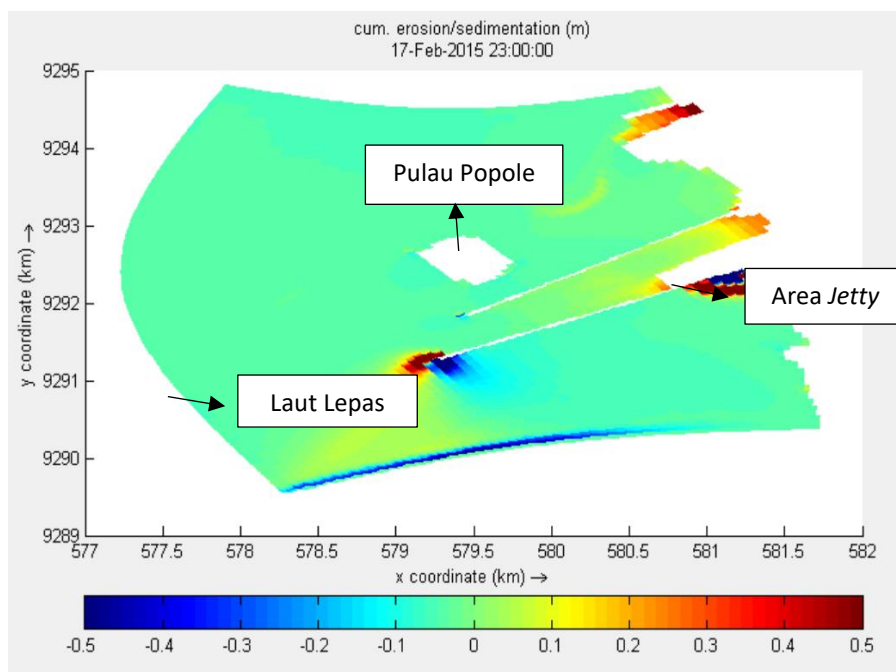


Gambar 4.19 Pemodelan Kecepatan Arus saat Surut Terendah



Gambar 4.20 Pemodelan Kecepatan Arus saat akan Pasang

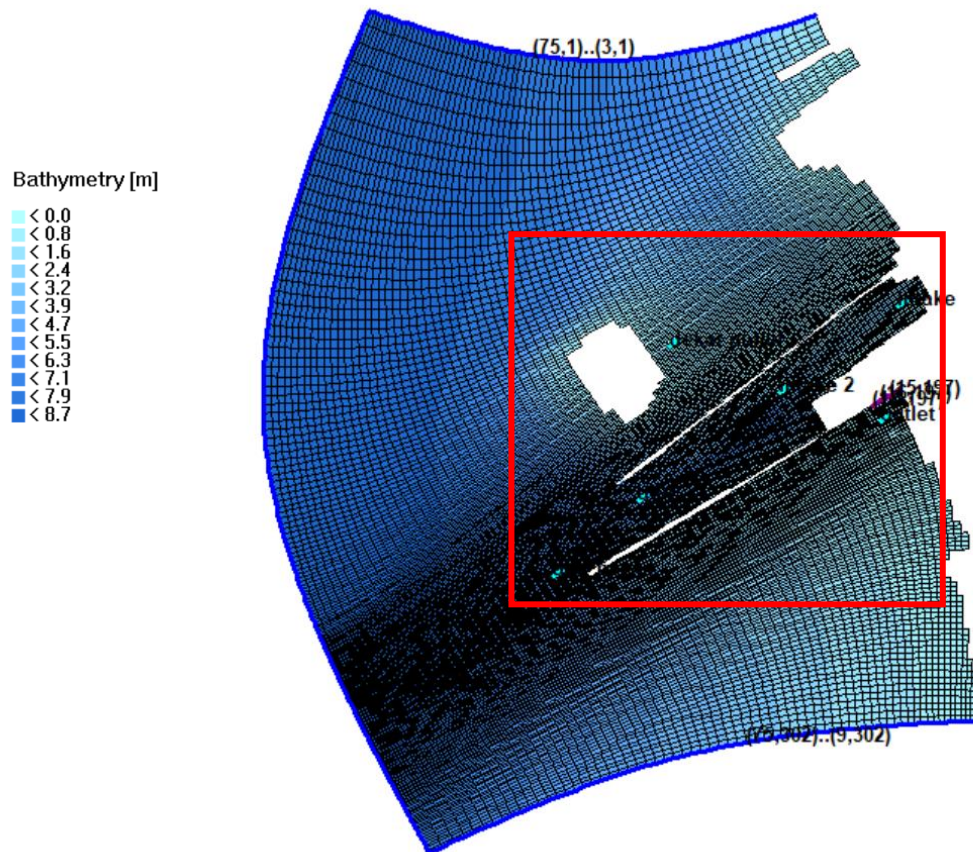
Berikut adalah hasil dari pemodelan sebaran sedimen yang terjadi setelah simulasi 15 hari (Gambar 4.17)



Gambar 4.21 Hasil Pemodelan Persebaran Sedimen

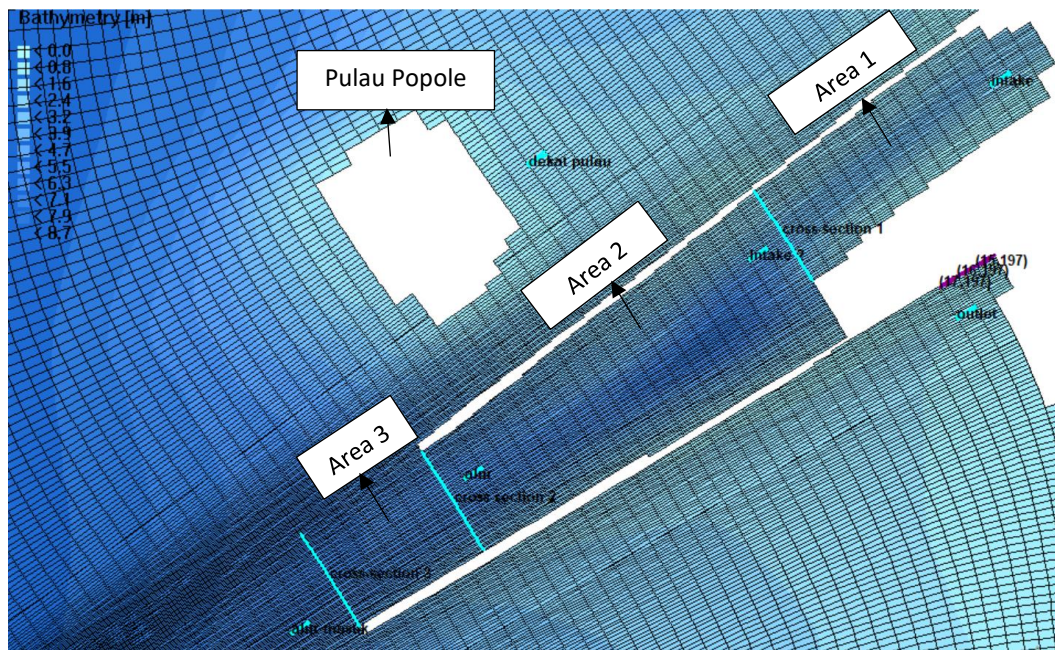
4.5 Laju Sedimentasi

Pada analisa laju sedimen dilakukan penentuan *cross-section* area untuk daerah yang akan ditinjau. Daerah yang akan ditinjau adalah daerah yang berada disekitar jetty (Gambar 4.22). *Cross-section* ini dibuat pada parameter masukan sebelumnya (Tabel 4.4)



Gambar 4.22 Area yang akan Ditinjau pada Parameter Masukan

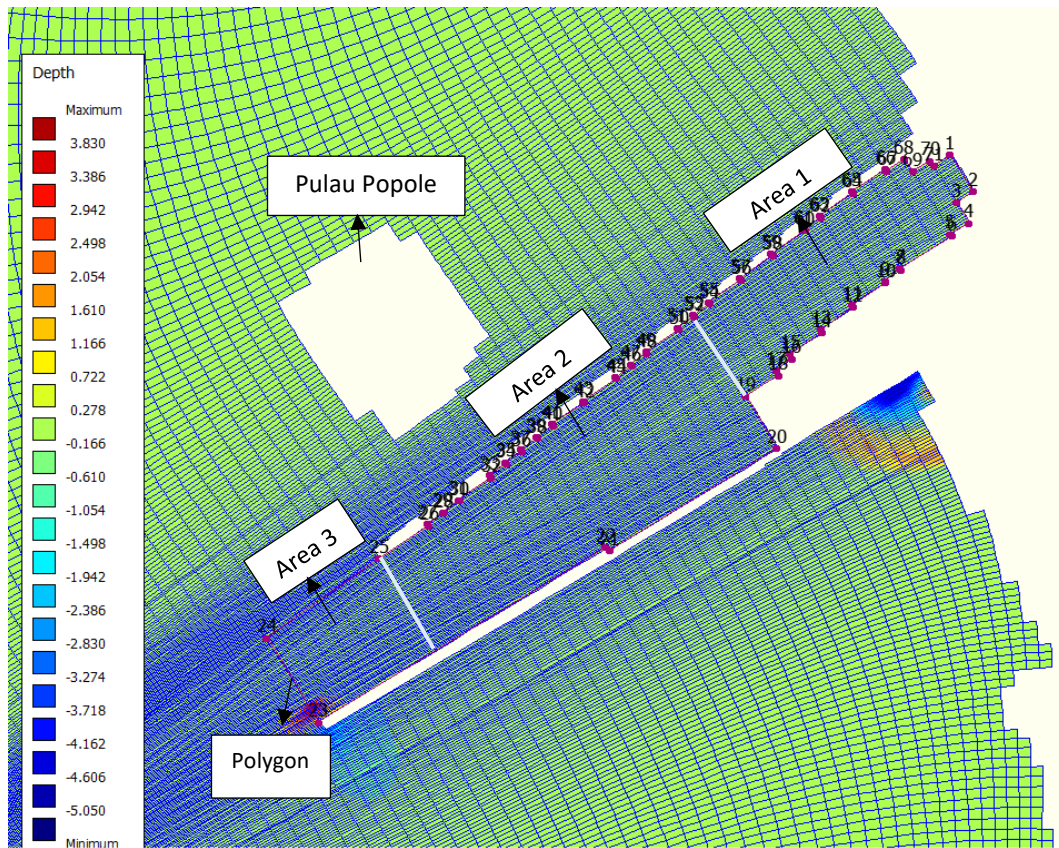
Berdasarkan gambar diatas, pembuatan *cross-section* secara melintang didalam kolam labuh sebanyak 3 *cross-section*. *Cross section 1* yaitu area *intake*, *cross section 2* yaitu area dermaga dan *cross section 3* yaitu area alur masuk kolam labuh (gambar 4.23). Hasil dari laju sedimentasi disetiap area nantinya akan di rata-rata agar dapat diketahui laju sedimen.



Gambar 4.23 *Cross-Section* Pada Parameter Masukan

Perhitungan laju sedimen didapatkan dari hasil *output* pemodelan yang telah *running* selama 15 hari. Hasil laju sedimen dapat dilihat pada tampilan QUICKIN, namun dari file yang telah di *export* dari hasil QUICKPLOT. File berupa kedalaman dan grid setelah *running*. Setelah file dibuka melalui QUICKIN maka kita dapat melihat volume sedimen dan luasan area yang ditinjau. Berikut tampilan pada QUICKIN.

Cara untuk melihat volume dan luas area pada daerah tinjauan adalah dengan cara membuat polygon (Gambar 4.24) . Membuat polygon pada area bisa dengan bantuan grid.



Gambar 4.24 Area yang akan ditinjau menggunakan Polygon

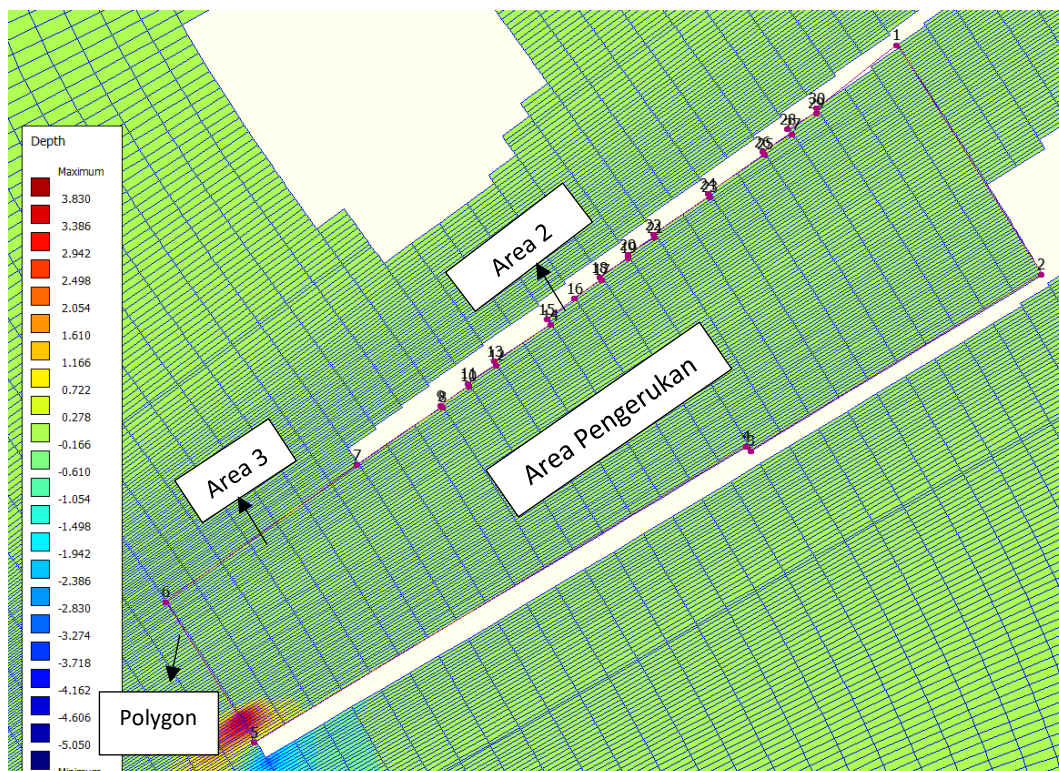
Setelah pembuatan polygon maka didapatkan hasil volume sedimentasi sebesar 9633 m^3 . Berikut hasil dari laju sedimentasi di setiap area.

Tabel 4.5 Perhitungan Laju Sedimen Tiap Area setelah Pemodelan

SETELAH PEMODELAN		
<i>area</i>	LajuSedimentasi (m/bln)	Laju Sedimentasi (m/th)
1	1.97E-02	2.37E-01
2	4.08E-03	4.90E-02
3	9.47E-03	1.14E-01

4.6 Prediksi Waktu Dilakukannya Pengerukan

Prediksi waktu dilakukannya pengerukan bertujuan agar kapal angkut batu bara dapat masuk dan bersandar di *coal jetty*. Dalam penelitian ini area pengerukan yang ditinjau adalah area 2 dan 3 (Gambar 4.25), yaitu area didepan dermaga sampai alur masuk kolam labuh. Area ini merupakan area lalu lintas kapal tongkang, oleh sebab itu maka perlu dilakukan prediksi waktu dilakukannya pengerukan disekitar dermaga. Penelitian ini hanya dilakukan untuk menghitung prediksi *maintenance dredging* yang dapat dilakukan untuk selanjutnya.



Gambar 4.25 Area Pengerukan dengan Menggunakan Polygon

Setelah didapatkan nilai laju sedimentasi yang terjadi di sekitar area jetty PLTU Banten 2 Labuan, maka dapat di prediksi waktu dilakukannya pengerukan. Hal ini bertujuan agar kapal tongkang yang membawa batu bara dapat bersandar di jetty tersebut. Ditinjau berdasarkan hasil laju sedimen yang terjadi, untuk laju sedimentasi pada kolam jetty sebesar 0.13 m/tahun atau 13 cm/tahun. Artinya ada penambahan sedimen sebesar 13 cm untuk setiap tahunnya, yang mana batas aman dasar laut dengan dasar kapal maksimal 1m. Maka dari itu perlu dilakukan

pengerukan pada setiap 7-8 tahun sekali, dikarenakan pada waktu tersebut sudah mengalami peningkatan sedimen sebesar kurang lebih 91 cm hingga 104 cm.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Volume sedimen yang terjadi di area yang ditinjau yaitu sepanjang area kolam labuh sebesar 9633 m³. Sedangkan volume yang terjadi di area yang akan dikeruk adalah 7960 m³.
2. Rata-rata laju sedimentasi di sekitar area intake sebesar 13 cm/tahun, sehingga dapat di prediksi waktu untuk melakukan *maintenance dredging* adalah 7-8 tahun.

5.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan pada percobaan selanjutnya agar dapat lebih baik dan dapat menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pemodelan dengan tambahan parameter gelombang menggunakan modul Delft3D-WAVE.
2. Pemodelan dilakukan dengan waktu yang lebih lama, agar didapatkan hasil sebaran sedimen.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Bray, Nick, dan Marsha Cohen . 2010. *Dredging For Development*. 6th edition.
Netherland : International Association of Dredging Companies (IADC)
- Cahyadi, Dony E. 2009. *Analisis Sedimentasi Akibat Reklamasi di Teluk Lamong*.
Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.
- Cahyana, C. 2011. *Model Sebaran Panas Air Kanal Pendingin Instalasi Pembangkit Listrik ke Badan Air Laut*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Ilmu Kelautan Universitas Indonesia, Jakarta.
- Damerianne, H. A., Suntoyo, M. Zikra. 2013. *Analisis Laju Sedimentasi di Kanal Cooling Intake PLTU Grati (PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkit Perak-Grati)*. Jurnal Seminar Teknologi dan Aplikasi Teknologi Kelautan (Senta) 2013. Surabaya.
- Deltares. 2014. Modul: *Delft3D Functional Specifications*, Netherland: Deltares.
- Dronkers, J. 1986. *Tidal Asymetry and Estuarine Morphology*. Netherlands Journal of Sea Research. Netherlands.
- Eisma, D. 2006. *Dredging In Coastal Water*. London : Taylor & Francis plc.
- Kurniawan, Yusak 2016. *Analisa Laju Sedimentasi di Arean Jetty BP Tangguh*.
Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.
- Mahendra, Juris. 2014. “Cutter Suction Dredger dan Jenis Material (Pada Pekerjaan Capital Dredging Pembangunan Pelabuhan Teluk Lamongan)”. Jurnal Konstruksi 6: 31-43.
- Mihardja dan Setiadi. 1989. *Analisa Pasang Surut di Daerah Cilacap dan Surabaya*.
Pasang Surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian Dan Pengembangan Oceanologi, Jakarta, Hal 201-230.
- Mustain,dkk. 2004. “Analisa Karakteristik Pola Arus Diperairan Teluk Ambon”.
Prosiding Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kealautan 2004. Surabaya, 7 Oktober.

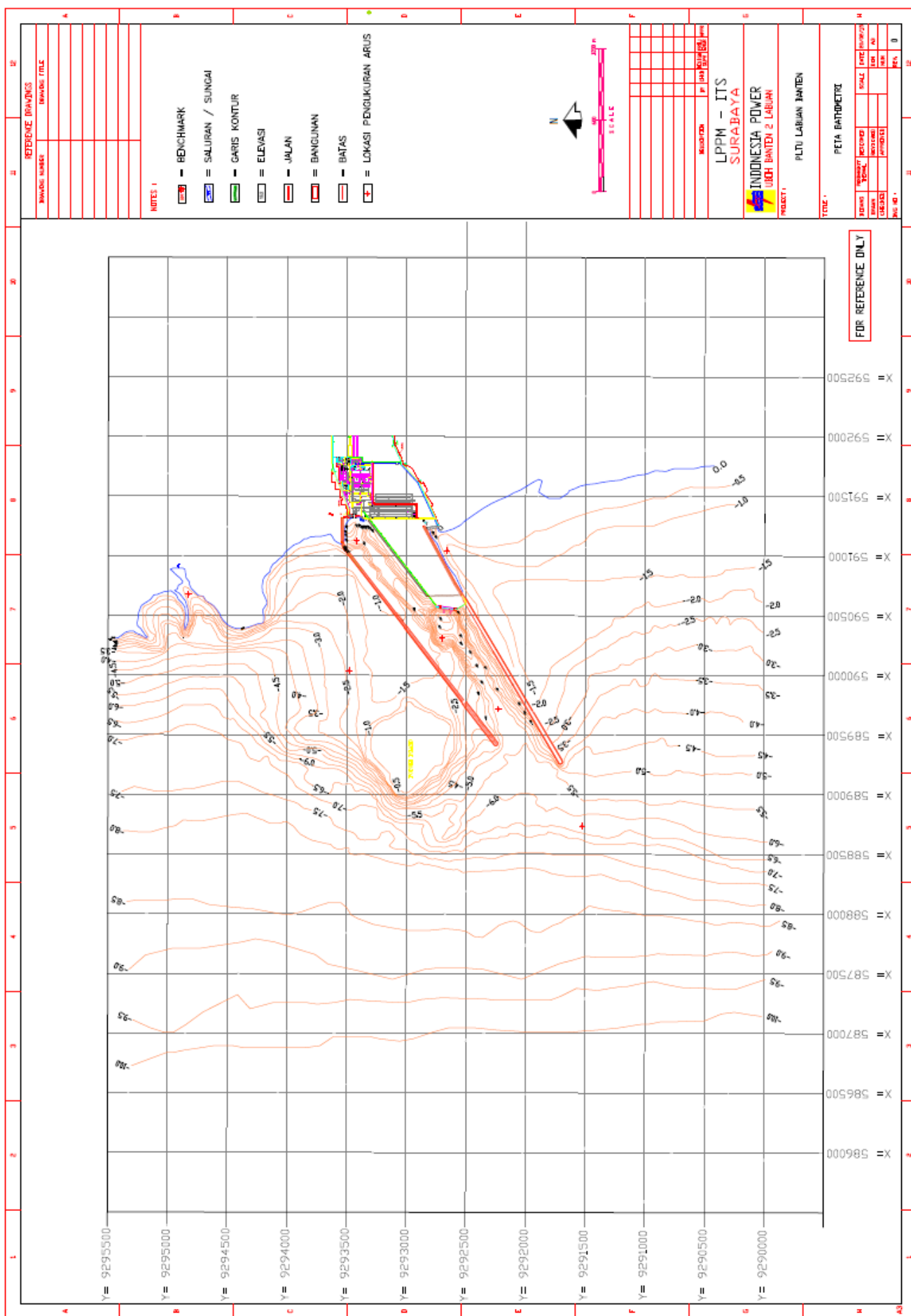
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. *Survei Hidrografi*. PT. Refika Aditama, Bandung, 163 hlm.
- Pratikto, Widi Agus, Armono, Haryo Dwito, dan Suntoyo. 1996. *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*. BPFE: Jogjakarta.
- Putra AS. 2010. *Proses Sedimentasi di Muara Sungai Batang Arau, Kota Padang*. Pekanbaru: Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.
- Ronggodigdo, S. 2011. *Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan*. Jurnal Tugas Akhir Departmen Teknik Sipil, Fakultas Teknik USU. Sumatera Utara.
- Setiyono, Heryoso. 1996. *Kamus Oseanografi*. Gadjah Mada University Press, Jogjakarta, 210 hlm.
- Toriq, Riva N. 2016. *Analisa Sedimentasi pada Alur Pelayaran Timur, Pelabuhan Tanjung Priok Menggunakan Metode SED-Pit dan pengembangannya*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A	PETA TOPOGRAFI DAN BATIMETRI PLTU BANTEN 2 LABUAN 2015
LAMPIRAN B	PERHITUNGAN ELEVASI MUKA AIR DI KAWASAN PLTU BANTEN 2 LABUAN
LAMPIRAN C	PERHITUNGAN VALIDASI ELEVASI MUKA AIR DI KAWASAN PLTU BANTEN 2 LABUAN
LAMPIRAN C	DATA SEDIMEN PLTU BANTEN 2 LABUAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan



Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN ELEVASI MUKA AIR
DI KAWASAN PLTU BANTEN 2 LABUAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

Analisis Pasut Metode Kuadrat Terkecil

File Data Run

KONSTANTA HARMONIK PASUT DARI DATA
Pasang Surut Labuan Banten

S₀ = 399

M ₂	S ₂	N ₂	K ₂	K ₁	O ₁	P ₁	M ₄	MS ₄
Amplitudo :	35	21	8	6	9	2	2	1
Phase :	204	242	203	287	261	204	238	33
RMS residu	±38.1		Std Deviasi		±2.1		KELUAR	

Hasil Analisis Konstanta Harmonik Pasang Surut

A (cm)	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁
	399	35	21	8	9	2	1	1	6	2
g°	0	204	242	203	261	204	33	111	287	238

Sumber : Hasil Analisa

♦) Datum Referensi

* MSL
MSL = AS0 = 399.00 cm

* Z₀
Berdasarkan definisi Australia yaitu Indian Spring Low Water, maka :

$$Z_0 = S_0 - (AM_2 + AS_2 + AK_1 + AO_1)$$

$$= 399 - (35 + 21 + 9 + 2)$$

$$= 332 \text{ cm (MSL terpakai)}$$

♦) Tipe Pasang Surut

$$F = \frac{A(K_1) + A(O_1)}{A(M_2) + A(S_2)}$$

$$= \frac{9 + 2}{35 + 21} = 0.1964$$

Berdasarkan nilai Formzhal, maka kriteria pasang surut adalah :
Pasut tipe ganda (Semidiurnal)

Karakteristik Pasang Surut

f < 0.25 = semi diurnal, dalam satu hari dua kali pasang dan surut

0.25 < f < 1.50 = campur dominan semi diurnal ketinggian berbeda

1.50 < f < 3.00 = campur dominan diurnal, sekali pasut, kadang 2 dua kali dng beda besar pada tinggi & waktu

f > 3.00 = diurnal, sehari satu kali pasut

♦) Tunggang Air Pasut

untuk :

Pasut tipe ganda (Semidiurnal)

HAT = S₀ + Σ (A_i)
= 399 + 85
= 484 cm (dipakai jika pengamatan selama 30 hari)

HHWS = S₀ + (AM₂ + AS₂ + AK₁ + AO₁)
= 399 + (35 + 21 + 9 + 2)
= 466 cm

$$\begin{aligned}
 \text{MHWS} &= S_o + (AM2 + AS2) \\
 &= 399 + 56 \\
 &= 455 \text{ cm} \\
 \text{MSL} &= 399.00 \text{ cm} \\
 \text{MLWS} &= S_o - (AM2 + AS2) \\
 &= 399 - 56 \\
 &= 343 \text{ cm} \\
 \text{LLWS} &= S_o - (AM2 + AS2 + AK1 + AO1) \\
 &= 399 - (35 + 21 + 9 + 2) \\
 &= 332 \text{ cm} \\
 \text{LAT} &= S_o - \Sigma (A_i) \\
 &= 399 - 85 \\
 &= 314 \text{ cm} \quad (\text{dipakai jika pengamatan selama 30 hari})
 \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

HAT	High Astronomical Tide	=	484.00	cm
HHWS	Highest High Water Spring	=	466.00	cm
MHWS	Mean High Water Spring	=	455.00	cm
MSL	Mean Sea Level	=	399.00	cm
MLWS	Mean Low Water Spring	=	343.00	cm
LLWS	Lowest Low Water Spring	=	332.00	cm
LAT	Low Astronomical Tide	=	314.00	cm

Selanjutnya dalam perencanaan digunakan elevasi berikut

HHWS	=	134	selanjutnya disingkat HWS=	134
MHWS	=	123		
MSL	=	67	selanjutnya disingkat MSL=	67
MLWS	=	11		
LLWS	=	0	selanjutnya disingkat LWS=	0

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN VALIDASI ELEVASI MUKA AIR
DI KAWASAN PLTU BANTEN 2 LABUAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

Waktu	ELEVASI		ERROR			
	Jam	DATA	DELFT	A	B	C
02/02/2015 00:00	1	3.6	3.6	0	0	0
02/02/2015 01:00	2	3.56	3.5407	0.0193	0.005421	1.50E-05
02/02/2015 02:00	3	3.63	3.62476	0.00524	0.001444	4.00E-06
02/02/2015 03:00	4	3.78	3.76449	0.01551	0.004103	1.14E-05
02/02/2015 04:00	5	3.94	3.95915	0.01915	0.00486	1.35E-05
02/02/2015 05:00	6	4.14	4.17652	0.03652	0.008821	2.44E-05
02/02/2015 06:00	7	4.26	4.28566	0.02566	0.006023	1.67E-05
02/02/2015 07:00	8	4.34	4.32996	0.01004	0.002313	6.41E-06
02/02/2015 08:00	9	4.29	4.25201	0.03799	0.008855	2.45E-05
02/02/2015 09:00	10	4.12	4.11016	0.00984	0.002388	6.62E-06
02/02/2015 10:00	11	3.97	3.96184	0.00816	0.002055	5.69E-06
02/02/2015 11:00	12	3.82	3.799	0.021	0.005497	1.52E-05
02/02/2015 12:00	13	3.71	3.70489	0.00511	0.001377	3.82E-06
02/02/2015 13:00	14	3.69	3.70518	0.01518	0.004114	1.14E-05
02/02/2015 14:00	15	3.77	3.77326	0.00326	0.000865	2.40E-06
02/02/2015 15:00	16	3.9	3.90886	0.00886	0.002272	6.29E-06
02/02/2015 16:00	17	4.12	4.11964	0.00036	8.74E-05	2.42E-07
02/02/2015 17:00	18	4.33	4.30688	0.02312	0.005339	1.48E-05
02/02/2015 18:00	19	4.45	4.43445	0.01555	0.003494	9.68E-06
02/02/2015 19:00	20	4.46	4.46806	0.00806	0.001807	5.01E-06
02/02/2015 20:00	21	4.34	4.35966	0.01966	0.00453	1.25E-05
02/02/2015 21:00	22	4.17	4.184	0.014	0.003357	9.30E-06
02/02/2015 22:00	23	3.95	3.94486	0.00514	0.001301	3.60E-06
02/02/2015 23:00	24	3.72	3.73476	0.01476	0.003968	1.10E-05
03/02/2015 00:00	25	3.58	3.58071	0.00071	0.000198	5.49E-07
03/02/2015 01:00	26	3.53	3.49858	0.03142	0.008901	2.47E-05
03/02/2015 02:00	27	3.55	3.515	0.035	0.009859	2.73E-05
03/02/2015 03:00	28	3.68	3.64115	0.03885	0.010557	2.92E-05
03/02/2015 04:00	29	3.85	3.85265	0.00265	0.000688	1.91E-06
03/02/2015 05:00	30	4.05	4.07703	0.02703	0.006674	1.85E-05
03/02/2015 06:00	31	4.28	4.26755	0.01245	0.002909	8.06E-06
03/02/2015 07:00	32	4.36	4.37198	0.01198	0.002748	7.61E-06
03/02/2015 08:00	33	4.34	4.34153	0.00153	0.000353	9.77E-07
03/02/2015 09:00	34	4.26	4.23385	0.02615	0.006138	1.70E-05
03/02/2015 10:00	35	4.05	4.04928	0.00072	0.000178	4.92E-07
03/02/2015 11:00	36	3.85	3.87182	0.02182	0.005668	1.57E-05
03/02/2015 12:00	37	3.73	3.73929	0.00929	0.002491	6.90E-06
03/02/2015 13:00	38	3.67	3.66775	0.00225	0.000613	1.70E-06
03/02/2015 14:00	39	3.68	3.68767	0.00767	0.002084	5.77E-06
03/02/2015 15:00	40	3.85	3.809	0.041	0.010649	2.95E-05
03/02/2015 16:00	41	4	3.99893	0.00107	0.000268	7.41E-07
03/02/2015 17:00	42	4.21	4.20992	8.00E-05	1.90E-05	5.26E-08
03/02/2015 18:00	43	4.42	4.40367	0.01633	0.003695	1.02E-05
03/02/2015 19:00	44	4.48	4.48902	0.00902	0.002013	5.58E-06
03/02/2015 20:00	45	4.48	4.4556	0.0244	0.005446	1.51E-05
03/02/2015 21:00	46	4.27	4.29213	0.02213	0.005183	1.44E-05
03/02/2015 22:00	47	4.05	4.06639	0.01639	0.004047	1.12E-05
03/02/2015 23:00	48	3.83	3.8262	0.0038	0.000992	2.75E-06

04/02/2015 00:00	49	3.62	3.61903	0.00097	0.000268	7.42E-07
04/02/2015 01:00	50	3.51	3.4946	0.0154	0.004387	1.22E-05
04/02/2015 02:00	51	3.51	3.47315	0.03685	0.010499	2.91E-05
04/02/2015 03:00	52	3.6	3.55758	0.04242	0.011783	3.26E-05
04/02/2015 04:00	53	3.75	3.7334	0.0166	0.004427	1.23E-05
04/02/2015 05:00	54	3.96	3.96918	0.00918	0.002318	6.42E-06
04/02/2015 06:00	55	4.18	4.20866	0.02866	0.006856	1.90E-05
04/02/2015 07:00	56	4.38	4.36423	0.01577	0.0036	9.97E-06
04/02/2015 08:00	57	4.42	4.40731	0.01269	0.002871	7.95E-06
04/02/2015 09:00	58	4.32	4.32354	0.00354	0.000819	2.27E-06
04/02/2015 10:00	59	4.19	4.15372	0.03628	0.008659	2.40E-05
04/02/2015 11:00	60	3.95	3.95599	0.00599	0.001516	4.20E-06
04/02/2015 12:00	61	3.75	3.77873	0.02873	0.007661	2.12E-05
04/02/2015 13:00	62	3.69	3.6714	0.0186	0.005041	1.40E-05
04/02/2015 14:00	63	3.63	3.65303	0.02303	0.006344	1.76E-05
04/02/2015 15:00	64	3.74	3.72582	0.01418	0.003791	1.05E-05
04/02/2015 16:00	65	3.89	3.88441	0.00559	0.001437	3.98E-06
04/02/2015 17:00	66	4.15	4.10522	0.04478	0.01079	2.99E-05
04/02/2015 18:00	67	4.35	4.3236	0.0264	0.006069	1.68E-05
04/02/2015 19:00	68	4.48	4.47421	0.00579	0.001292	3.58E-06
04/02/2015 20:00	69	4.49	4.50153	0.01153	0.002568	7.11E-06
04/02/2015 21:00	70	4.41	4.3893	0.0207	0.004694	1.30E-05
04/02/2015 22:00	71	4.17	4.17948	0.00948	0.002273	6.30E-06
04/02/2015 23:00	72	3.9	3.92133	0.02133	0.005469	1.52E-05
05/02/2015 00:00	73	3.67	3.68962	0.01962	0.005346	1.48E-05
05/02/2015 01:00	74	3.56	3.52762	0.03238	0.009096	2.52E-05
05/02/2015 02:00	75	3.47	3.45927	0.01073	0.003092	8.57E-06
05/02/2015 03:00	76	3.5	3.49725	0.00275	0.000786	2.18E-06
05/02/2015 04:00	77	3.68	3.64093	0.03907	0.010617	2.94E-05
05/02/2015 05:00	78	3.87	3.86667	0.00333	0.00086	2.38E-06
05/02/2015 06:00	79	4.14	4.1177	0.0223	0.005386	1.49E-05
05/02/2015 07:00	80	4.31	4.32616	0.01616	0.003749	1.04E-05
05/02/2015 08:00	81	4.45	4.43014	0.01986	0.004463	1.24E-05
05/02/2015 09:00	82	4.4	4.39742	0.00258	0.000586	1.62E-06
05/02/2015 10:00	83	4.26	4.25307	0.00693	0.001627	4.51E-06
05/02/2015 11:00	84	4.07	4.04352	0.02648	0.006506	1.80E-05
05/02/2015 12:00	85	3.82	3.84324	0.02324	0.006084	1.69E-05
05/02/2015 13:00	86	3.7	3.6994	0.0006	0.000162	4.49E-07
05/02/2015 14:00	87	3.63	3.63727	0.00727	0.002003	5.55E-06
05/02/2015 15:00	88	3.69	3.67001	0.01999	0.005417	1.50E-05
05/02/2015 16:00	89	3.8	3.79696	0.00304	0.0008	2.22E-06
05/02/2015 17:00	90	3.99	3.99588	0.00588	0.001474	4.08E-06
05/02/2015 18:00	91	4.25	4.22277	0.02723	0.006407	1.77E-05
05/02/2015 19:00	92	4.43	4.41802	0.01198	0.002704	7.49E-06
05/02/2015 20:00	93	4.52	4.50621	0.01379	0.003051	8.45E-06
05/02/2015 21:00	94	4.48	4.45766	0.02234	0.004987	1.38E-05
05/02/2015 22:00	95	4.27	4.27953	0.00953	0.002232	6.18E-06
05/02/2015 23:00	96	4.02	4.02862	0.00862	0.002144	5.94E-06
06/02/2015 00:00	97	3.76	3.7742	0.0142	0.003777	1.05E-05
06/02/2015 01:00	98	3.6	3.57551	0.02449	0.006803	1.88E-05
06/02/2015 02:00	99	3.51	3.46984	0.04016	0.011442	3.17E-05

06/02/2015 03:00	100	3.49	3.47069	0.01931	0.005533	1.53E-05
06/02/2015 04:00	101	3.62	3.57659	0.04341	0.011992	3.32E-05
06/02/2015 05:00	102	3.79	3.77151	0.01849	0.004879	1.35E-05
06/02/2015 06:00	103	4.01	4.01893	0.00893	0.002227	6.17E-06
06/02/2015 07:00	104	4.24	4.25838	0.01838	0.004335	1.20E-05
06/02/2015 08:00	105	4.42	4.41544	0.00456	0.001032	2.86E-06
06/02/2015 09:00	106	4.44	4.44563	0.00563	0.001268	3.51E-06
06/02/2015 10:00	107	4.37	4.34006	0.02994	0.006851	1.90E-05
06/02/2015 11:00	108	4.18	4.14297	0.03703	0.008859	2.45E-05
06/02/2015 12:00	109	3.93	3.92377	0.00623	0.001585	4.39E-06
06/02/2015 13:00	110	3.74	3.74416	0.00416	0.001112	3.08E-06
06/02/2015 14:00	111	3.63	3.64504	0.01504	0.004143	1.15E-05
06/02/2015 15:00	112	3.64	3.64047	0.00047	0.000129	3.58E-07
06/02/2015 16:00	113	3.73	3.72826	0.00174	0.000466	1.29E-06
06/02/2015 17:00	114	3.88	3.8959	0.0159	0.004098	1.14E-05
06/02/2015 18:00	115	4.11	4.11444	0.00444	0.00108	2.99E-06
06/02/2015 19:00	116	4.34	4.32862	0.01138	0.002622	7.26E-06
06/02/2015 20:00	117	4.48	4.47071	0.00929	0.002074	5.74E-06
06/02/2015 21:00	118	4.5	4.48673	0.01327	0.002949	8.17E-06
06/02/2015 22:00	119	4.36	4.36312	0.00312	0.000716	1.98E-06
06/02/2015 23:00	120	4.12	4.13595	0.01595	0.003871	1.07E-05
07/02/2015 00:00	121	3.9	3.87223	0.02777	0.007121	1.97E-05
07/02/2015 01:00	122	3.65	3.64562	0.00438	0.0012	3.32E-06
07/02/2015 02:00	123	3.51	3.50372	0.00628	0.001789	4.96E-06
07/02/2015 03:00	124	3.51	3.46593	0.04407	0.012556	3.48E-05
07/02/2015 04:00	125	3.54	3.53294	0.00706	0.001994	5.52E-06
07/02/2015 05:00	126	3.68	3.6938	0.0138	0.00375	1.04E-05
07/02/2015 06:00	127	3.92	3.92227	0.00227	0.000579	1.60E-06
07/02/2015 07:00	128	4.16	4.16858	0.00858	0.002063	5.71E-06
07/02/2015 08:00	129	4.34	4.36738	0.02738	0.006309	1.75E-05
07/02/2015 09:00	130	4.49	4.45784	0.03216	0.007163	1.98E-05
07/02/2015 10:00	131	4.42	4.4096	0.0104	0.002353	6.52E-06
07/02/2015 11:00	132	4.25	4.2442	0.0058	0.001365	3.78E-06
07/02/2015 12:00	133	4.05	4.02176	0.02824	0.006973	1.93E-05
07/02/2015 13:00	134	3.81	3.81527	0.00527	0.001383	3.83E-06
07/02/2015 14:00	135	3.71	3.67715	0.03285	0.008854	2.45E-05
07/02/2015 15:00	136	3.62	3.63127	0.01127	0.003113	8.62E-06
07/02/2015 16:00	137	3.68	3.67977	0.00023	6.25E-05	1.73E-07
07/02/2015 17:00	138	3.82	3.812	0.008	0.002094	5.80E-06
07/02/2015 18:00	139	4	4.00509	0.00509	0.001273	3.52E-06
07/02/2015 19:00	140	4.22	4.219	0.001	0.000237	6.56E-07
07/02/2015 20:00	141	4.42	4.39565	0.02435	0.005509	1.53E-05
07/02/2015 21:00	142	4.5	4.47222	0.02778	0.006173	1.71E-05
07/02/2015 22:00	143	4.41	4.41529	0.00529	0.0012	3.32E-06
07/02/2015 23:00	144	4.22	4.23368	0.01368	0.003242	8.98E-06
08/02/2015 00:00	145	3.97	3.98332	0.01332	0.003355	9.29E-06
08/02/2015 01:00	146	3.77	3.73859	0.03141	0.008332	2.31E-05
08/02/2015 02:00	147	3.59	3.56107	0.02893	0.008058	2.23E-05
08/02/2015 03:00	148	3.49	3.48357	0.00643	0.001842	5.10E-06
08/02/2015 04:00	149	3.56	3.51157	0.04843	0.013604	3.77E-05
08/02/2015 05:00	150	3.63	3.63463	0.00463	0.001275	3.53E-06

08/02/2015 06:00	151	3.8	3.83183	0.03183	0.008376	2.32E-05
08/02/2015 07:00	152	4.07	4.06764	0.00236	0.00058	1.61E-06
08/02/2015 08:00	153	4.25	4.28811	0.03811	0.008967	2.48E-05
08/02/2015 09:00	154	4.43	4.42986	0.00014	3.16E-05	8.75E-08
08/02/2015 10:00	155	4.43	4.44736	0.01736	0.003919	1.09E-05
08/02/2015 11:00	156	4.37	4.33432	0.03568	0.008165	2.26E-05
08/02/2015 12:00	157	4.15	4.13363	0.01637	0.003945	1.09E-05
08/02/2015 13:00	158	3.92	3.91415	0.00585	0.001492	4.13E-06
08/02/2015 14:00	159	3.74	3.74024	0.00024	6.42E-05	1.78E-07
08/02/2015 15:00	160	3.69	3.65099	0.03901	0.010572	2.93E-05
08/02/2015 16:00	161	3.66	3.65591	0.00409	0.001117	3.10E-06
08/02/2015 17:00	162	3.73	3.74608	0.01608	0.004311	1.19E-05
08/02/2015 18:00	163	3.88	3.90349	0.02349	0.006054	1.68E-05
08/02/2015 19:00	164	4.12	4.09942	0.02058	0.004995	1.38E-05
08/02/2015 20:00	165	4.28	4.28771	0.00771	0.001801	4.99E-06
08/02/2015 21:00	166	4.4	4.41122	0.01122	0.00255	7.06E-06
08/02/2015 22:00	167	4.43	4.42223	0.00777	0.001754	4.86E-06
08/02/2015 23:00	168	4.29	4.30601	0.01601	0.003732	1.03E-05
09/02/2015 00:00	169	4.11	4.09445	0.01555	0.003783	1.05E-05
09/02/2015 01:00	170	3.84	3.85231	0.01231	0.003206	8.88E-06
09/02/2015 02:00	171	3.69	3.64914	0.04086	0.011073	3.07E-05
09/02/2015 03:00	172	3.55	3.53166	0.01834	0.005166	1.43E-05
09/02/2015 04:00	173	3.53	3.51592	0.01408	0.003989	1.10E-05
09/02/2015 05:00	174	3.62	3.5958	0.0242	0.006685	1.85E-05
09/02/2015 06:00	175	3.73	3.75399	0.02399	0.006432	1.78E-05
09/02/2015 07:00	176	3.96	3.96383	0.00383	0.000967	2.68E-06
09/02/2015 08:00	177	4.16	4.18409	0.02409	0.005791	1.60E-05
09/02/2015 09:00	178	4.37	4.36045	0.00955	0.002185	6.05E-06
09/02/2015 10:00	179	4.43	4.43991	0.00991	0.002237	6.20E-06
09/02/2015 11:00	180	4.37	4.39496	0.02496	0.005712	1.58E-05
09/02/2015 12:00	181	4.23	4.24225	0.01225	0.002896	8.02E-06
09/02/2015 13:00	182	4.04	4.03522	0.00478	0.001183	3.28E-06
09/02/2015 14:00	183	3.84	3.8406	0.0006	0.000156	4.33E-07
09/02/2015 15:00	184	3.74	3.70987	0.03013	0.008056	2.23E-05
09/02/2015 16:00	185	3.7	3.66583	0.03417	0.009235	2.56E-05
09/02/2015 17:00	186	3.71	3.70708	0.00292	0.000787	2.18E-06
09/02/2015 18:00	187	3.85	3.81933	0.03067	0.007966	2.21E-05
09/02/2015 19:00	188	4	3.98066	0.01934	0.004835	1.34E-05
09/02/2015 20:00	189	4.17	4.15836	0.01164	0.002791	7.73E-06
09/02/2015 21:00	190	4.3	4.30649	0.00649	0.001509	4.18E-06
09/02/2015 22:00	191	4.37	4.3753	0.0053	0.001213	3.36E-06
09/02/2015 23:00	192	4.29	4.33309	0.04309	0.010044	2.78E-05
10/02/2015 00:00	193	4.17	4.1847	0.0147	0.003525	9.77E-06
10/02/2015 01:00	194	3.99	3.9746	0.0154	0.00386	1.07E-05
10/02/2015 02:00	195	3.78	3.76681	0.01319	0.003489	9.67E-06
10/02/2015 03:00	196	3.64	3.61726	0.02274	0.006247	1.73E-05
10/02/2015 04:00	197	3.57	3.55605	0.01395	0.003908	1.08E-05
10/02/2015 05:00	198	3.61	3.58686	0.02314	0.00641	1.78E-05
10/02/2015 06:00	199	3.71	3.69725	0.01275	0.003437	9.52E-06
10/02/2015 07:00	200	3.85	3.86679	0.01679	0.004361	1.21E-05
10/02/2015 08:00	201	4.05	4.06627	0.01627	0.004017	1.11E-05

10/02/2015 09:00	202	4.24	4.25401	0.01401	0.003304	9.15E-06
10/02/2015 10:00	203	4.36	4.38047	0.02047	0.004695	1.30E-05
10/02/2015 11:00	204	4.4	4.40641	0.00641	0.001457	4.04E-06
10/02/2015 12:00	205	4.31	4.32296	0.01296	0.003007	8.33E-06
10/02/2015 13:00	206	4.13	4.15965	0.02965	0.007179	1.99E-05
10/02/2015 14:00	207	3.99	3.97126	0.01874	0.004697	1.30E-05
10/02/2015 15:00	208	3.81	3.81356	0.00356	0.000934	2.59E-06
10/02/2015 16:00	209	3.71	3.72259	0.01259	0.003394	9.40E-06
10/02/2015 17:00	210	3.73	3.70892	0.02108	0.005651	1.57E-05
10/02/2015 18:00	211	3.77	3.76563	0.00437	0.001159	3.21E-06
10/02/2015 19:00	212	3.87	3.87762	0.00762	0.001969	5.45E-06
10/02/2015 20:00	213	4.04	4.02301	0.01699	0.004205	1.16E-05
10/02/2015 21:00	214	4.18	4.16921	0.01079	0.002581	7.15E-06
10/02/2015 22:00	215	4.26	4.27441	0.01441	0.003383	9.37E-06
10/02/2015 23:00	216	4.32	4.29997	0.02003	0.004637	1.28E-05
11/02/2015 00:00	217	4.2	4.2294	0.0294	0.007	1.94E-05
11/02/2015 01:00	218	4.04	4.08062	0.04062	0.010054	2.79E-05
11/02/2015 02:00	219	3.9	3.89953	0.00047	0.000121	3.34E-07
11/02/2015 03:00	220	3.73	3.73988	0.00988	0.002649	7.34E-06
11/02/2015 04:00	221	3.68	3.6415	0.0385	0.010462	2.90E-05
11/02/2015 05:00	222	3.62	3.62072	0.00072	0.000199	5.51E-07
11/02/2015 06:00	223	3.68	3.6748	0.0052	0.001413	3.91E-06
11/02/2015 07:00	224	3.81	3.79088	0.01912	0.005018	1.39E-05
11/02/2015 08:00	225	3.95	3.94975	0.00025	6.33E-05	1.75E-07
11/02/2015 09:00	226	4.11	4.12301	0.01301	0.003165	8.77E-06
11/02/2015 10:00	227	4.28	4.2721	0.0079	0.001846	5.11E-06
11/02/2015 11:00	228	4.37	4.35651	0.01349	0.003087	8.55E-06
11/02/2015 12:00	229	4.34	4.35053	0.01053	0.002426	6.72E-06
11/02/2015 13:00	230	4.23	4.25759	0.02759	0.006522	1.81E-05
11/02/2015 14:00	231	4.07	4.10995	0.03995	0.009816	2.72E-05
11/02/2015 15:00	232	3.95	3.95439	0.00439	0.001111	3.08E-06
11/02/2015 16:00	233	3.82	3.83195	0.01195	0.003128	8.67E-06
11/02/2015 17:00	234	3.74	3.76543	0.02543	0.006799	1.88E-05
11/02/2015 18:00	235	3.78	3.75973	0.02027	0.005362	1.49E-05
11/02/2015 19:00	236	3.81	3.80905	0.00095	0.000249	6.91E-07
11/02/2015 20:00	237	3.89	3.90171	0.01171	0.00301	8.34E-06
11/02/2015 21:00	238	4.06	4.01868	0.04132	0.010177	2.82E-05
11/02/2015 22:00	239	4.13	4.13092	0.00092	0.000223	6.17E-07
11/02/2015 23:00	240	4.22	4.20346	0.01654	0.003919	1.09E-05
12/02/2015 00:00	241	4.19	4.20868	0.01868	0.004458	1.23E-05
12/02/2015 01:00	242	4.15	4.14051	0.00949	0.002287	6.33E-06
12/02/2015 02:00	243	4	4.01941	0.01941	0.004853	1.34E-05
12/02/2015 03:00	244	3.85	3.88335	0.03335	0.008662	2.40E-05
12/02/2015 04:00	245	3.74	3.77081	0.03081	0.008238	2.28E-05
12/02/2015 05:00	246	3.72	3.70738	0.01262	0.003392	9.40E-06
12/02/2015 06:00	247	3.7	3.70253	0.00253	0.000684	1.89E-06
12/02/2015 07:00	248	3.74	3.75435	0.01435	0.003837	1.06E-05
12/02/2015 08:00	249	3.84	3.85439	0.01439	0.003747	1.04E-05
12/02/2015 09:00	250	4.01	3.98758	0.02242	0.005591	1.55E-05
12/02/2015 10:00	251	4.12	4.12928	0.00928	0.002252	6.24E-06
12/02/2015 11:00	252	4.23	4.24668	0.01668	0.003943	1.09E-05

12/02/2015 12:00	253	4.33	4.30857	0.02143	0.004949	1.37E-05
12/02/2015 13:00	254	4.29	4.29845	0.00845	0.00197	5.46E-06
12/02/2015 14:00	255	4.23	4.22259	0.00741	0.001752	4.85E-06
12/02/2015 15:00	256	4.07	4.10675	0.03675	0.009029	2.50E-05
12/02/2015 16:00	257	3.97	3.98397	0.01397	0.003519	9.75E-06
12/02/2015 17:00	258	3.84	3.88185	0.04185	0.010898	3.02E-05
12/02/2015 18:00	259	3.78	3.8167	0.0367	0.009709	2.69E-05
12/02/2015 19:00	260	3.8	3.79528	0.00472	0.001242	3.44E-06
12/02/2015 20:00	261	3.79	3.8183	0.0283	0.007467	2.07E-05
12/02/2015 21:00	262	3.89	3.88043	0.00957	0.00246	6.81E-06
12/02/2015 22:00	263	3.96	3.96741	0.00741	0.001871	5.18E-06
12/02/2015 23:00	264	4.09	4.05535	0.03465	0.008472	2.35E-05
13/02/2015 00:00	265	4.13	4.11648	0.01352	0.003274	9.07E-06
13/02/2015 01:00	266	4.13	4.13023	0.00023	5.57E-05	1.54E-07
13/02/2015 02:00	267	4.08	4.09238	0.01238	0.003034	8.41E-06
13/02/2015 03:00	268	4	4.01626	0.01626	0.004065	1.13E-05
13/02/2015 04:00	269	3.88	3.92563	0.04563	0.01176	3.26E-05
13/02/2015 05:00	270	3.83	3.84455	0.01455	0.003799	1.05E-05
13/02/2015 06:00	271	3.78	3.79088	0.01088	0.002878	7.97E-06
13/02/2015 07:00	272	3.76	3.77537	0.01537	0.004088	1.13E-05
13/02/2015 08:00	273	3.82	3.80311	0.01689	0.004421	1.22E-05
13/02/2015 09:00	274	3.89	3.87333	0.01667	0.004285	1.19E-05
13/02/2015 10:00	275	3.97	3.97668	0.00668	0.001683	4.66E-06
13/02/2015 11:00	276	4.08	4.09353	0.01353	0.003316	9.19E-06
13/02/2015 12:00	277	4.2	4.19721	0.00279	0.000664	1.84E-06
13/02/2015 13:00	278	4.25	4.26239	0.01239	0.002915	8.08E-06
13/02/2015 14:00	279	4.3	4.27417	0.02583	0.006007	1.66E-05
13/02/2015 15:00	280	4.26	4.23243	0.02757	0.006472	1.79E-05
13/02/2015 16:00	281	4.15	4.14986	0.00014	3.37E-05	9.34E-08
13/02/2015 17:00	282	4.02	4.04579	0.02579	0.006415	1.78E-05
13/02/2015 18:00	283	3.9	3.94044	0.04044	0.010369	2.87E-05
13/02/2015 19:00	284	3.83	3.85215	0.02215	0.005783	1.60E-05
13/02/2015 20:00	285	3.79	3.79621	0.00621	0.001639	4.54E-06
13/02/2015 21:00	286	3.75	3.78293	0.03293	0.008781	2.43E-05
13/02/2015 22:00	287	3.78	3.81433	0.03433	0.009082	2.52E-05
13/02/2015 23:00	288	3.86	3.88138	0.02138	0.005539	1.53E-05
14/02/2015 00:00	289	3.94	3.96499	0.02499	0.006343	1.76E-05
14/02/2015 01:00	290	4.05	4.04161	0.00839	0.002072	5.74E-06
14/02/2015 02:00	291	4.1	4.09076	0.00924	0.002254	6.24E-06
14/02/2015 03:00	292	4.1	4.10088	0.00088	0.000215	5.95E-07
14/02/2015 04:00	293	4.11	4.07142	0.03858	0.009387	2.60E-05
14/02/2015 05:00	294	4	4.01132	0.01132	0.00283	7.84E-06
14/02/2015 06:00	295	3.9	3.93602	0.03602	0.009236	2.56E-05
14/02/2015 07:00	296	3.86	3.8646	0.0046	0.001192	3.30E-06
14/02/2015 08:00	297	3.79	3.81646	0.02646	0.006982	1.93E-05
14/02/2015 09:00	298	3.78	3.8074	0.0274	0.007249	2.01E-05
14/02/2015 10:00	299	3.83	3.84516	0.01516	0.003958	1.10E-05
14/02/2015 11:00	300	3.9	3.9261	0.0261	0.006692	1.85E-05
14/02/2015 12:00	301	3.99	4.03507	0.04507	0.011296	3.13E-05
14/02/2015 13:00	302	4.17	4.14891	0.02109	0.005058	1.40E-05
14/02/2015 14:00	303	4.25	4.24213	0.00787	0.001852	5.13E-06

14/02/2015 15:00	304	4.3	4.29283	0.00717	0.001667	4.62E-06
14/02/2015 16:00	305	4.31	4.28773	0.02227	0.005167	1.43E-05
14/02/2015 17:00	306	4.21	4.22515	0.01515	0.003599	9.97E-06
14/02/2015 18:00	307	4.13	4.11601	0.01399	0.003387	9.38E-06
14/02/2015 19:00	308	3.95	3.98214	0.03214	0.008137	2.25E-05
14/02/2015 20:00	309	3.84	3.85166	0.01166	0.003036	8.41E-06
14/02/2015 21:00	310	3.77	3.75229	0.01771	0.004698	1.30E-05
14/02/2015 22:00	311	3.7	3.70442	0.00442	0.001195	3.31E-06
14/02/2015 23:00	312	3.7	3.71634	0.01634	0.004416	1.22E-05
15/02/2015 00:00	313	3.77	3.78296	0.01296	0.003438	9.52E-06
15/02/2015 01:00	314	3.88	3.88748	0.00748	0.001928	5.34E-06
15/02/2015 02:00	315	3.99	4.00488	0.01488	0.003729	1.03E-05
15/02/2015 03:00	316	4.09	4.10668	0.01668	0.004078	1.13E-05
15/02/2015 04:00	317	4.16	4.16714	0.00714	0.001716	4.75E-06
15/02/2015 05:00	318	4.2	4.17006	0.02994	0.007129	1.97E-05
15/02/2015 06:00	319	4.13	4.11451	0.01549	0.003751	1.04E-05
15/02/2015 07:00	320	4	4.01655	0.01655	0.004138	1.15E-05
15/02/2015 08:00	321	3.93	3.90491	0.02509	0.006384	1.77E-05
15/02/2015 09:00	322	3.8	3.81227	0.01227	0.003229	8.94E-06
15/02/2015 10:00	323	3.73	3.76567	0.03567	0.009563	2.65E-05
15/02/2015 11:00	324	3.79	3.77986	0.01014	0.002675	7.41E-06
15/02/2015 12:00	325	3.81	3.85525	0.04525	0.011877	3.29E-05
15/02/2015 13:00	326	3.96	3.97878	0.01878	0.004742	1.31E-05
15/02/2015 14:00	327	4.1	4.12584	0.02584	0.006302	1.75E-05
15/02/2015 15:00	328	4.29	4.26343	0.02657	0.006193	1.72E-05
15/02/2015 16:00	329	4.38	4.35597	0.02403	0.005486	1.52E-05
15/02/2015 17:00	330	4.37	4.37475	0.00475	0.001087	3.01E-06
15/02/2015 18:00	331	4.29	4.30815	0.01815	0.004231	1.17E-05
15/02/2015 19:00	332	4.18	4.1677	0.0123	0.002943	8.15E-06
15/02/2015 20:00	333	3.97	3.98566	0.01566	0.003945	1.09E-05
15/02/2015 21:00	334	3.79	3.80491	0.01491	0.003934	1.09E-05
15/02/2015 22:00	335	3.66	3.66581	0.00581	0.001587	4.40E-06
15/02/2015 23:00	336	3.64	3.59648	0.04352	0.011956	3.31E-05
16/02/2015 00:00	337	3.61	3.60898	0.00102	0.000283	7.83E-07
16/02/2015 01:00	338	3.68	3.69936	0.01936	0.005261	1.46E-05
16/02/2015 02:00	339	3.86	3.84845	0.01155	0.002992	8.29E-06
16/02/2015 03:00	340	4.01	4.02297	0.01297	0.003234	8.96E-06
16/02/2015 04:00	341	4.2	4.17994	0.02006	0.004776	1.32E-05
16/02/2015 05:00	342	4.26	4.27686	0.01686	0.003958	1.10E-05
16/02/2015 06:00	343	4.31	4.28587	0.02413	0.005599	1.55E-05
16/02/2015 07:00	344	4.19	4.20533	0.01533	0.003659	1.01E-05
16/02/2015 08:00	345	4.05	4.06133	0.01133	0.002798	7.75E-06
16/02/2015 09:00	346	3.92	3.89806	0.02194	0.005597	1.55E-05
16/02/2015 10:00	347	3.74	3.76201	0.02201	0.005885	1.63E-05
16/02/2015 11:00	348	3.71	3.68882	0.02118	0.005709	1.58E-05
16/02/2015 12:00	349	3.69	3.69726	0.00726	0.001967	5.45E-06
16/02/2015 13:00	350	3.81	3.78883	0.02117	0.005556	1.54E-05
16/02/2015 14:00	351	3.94	3.9484	0.0084	0.002132	5.91E-06
16/02/2015 15:00	352	4.13	4.14393	0.01393	0.003373	9.34E-06
16/02/2015 16:00	353	4.32	4.32867	0.00867	0.002007	5.56E-06
16/02/2015 17:00	354	4.45	4.45059	0.00059	0.000133	3.67E-07

16/02/2015 18:00	355	4.44	4.46892	0.02892	0.006514	1.80E-05
16/02/2015 19:00	356	4.36	4.37086	0.01086	0.002491	6.90E-06
16/02/2015 20:00	357	4.18	4.17831	0.00169	0.000404	1.12E-06
16/02/2015 21:00	358	3.93	3.94019	0.01019	0.002593	7.18E-06
16/02/2015 22:00	359	3.75	3.7146	0.0354	0.00944	2.61E-05
16/02/2015 23:00	360	3.6	3.55129	0.04871	0.013531	3.75E-05
TOTAL				6.07182	1.537061	0.004258

KETERANGAN	
(A)	= DATA-DELFT
(B)	= (DATA-DELFT)/DATA
(C)	= ((DATA-DELFT)/DATA)/JUMLAH DATA
JUMLAH DATA	360
ERROR	
0.00426	0.426%

LAMPIRAN D
DATA SEDIMEN PLTU BANTEN 2 LABUAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

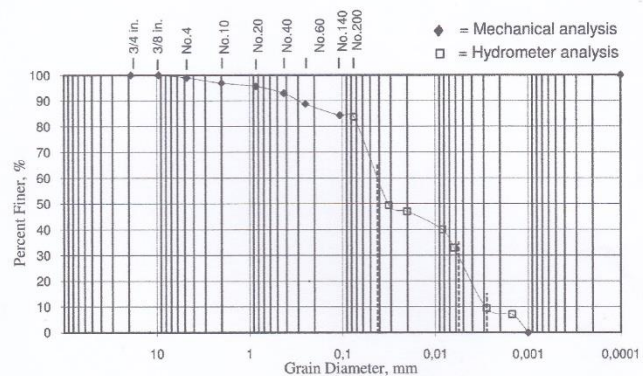
GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Survey PLTU UBOH 2 Labuan Banten
 Location : Intake
 Boring :

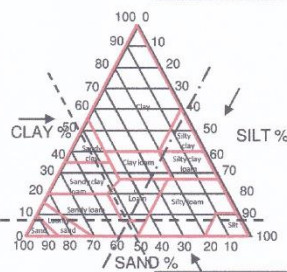
Depth :
 Date : 10 Feb2015
 Made by : Umar

Specific Gravity 2,679
 Description of soil Sandy Loam

A.S.T.M. standard sieve sizes



4.75	2.0	0.42	0.075	0.005	0.001
Krikil	Pasir			Lempung	
Kasar	sedang	halus	Lanau	Lempung	Lempung koloidal



Finer #200 = 49,48 %
 Gravel = 3,10 %
 Sand = 47,42 %
 Silt = 40,05 %
 Clay = 9,42 %

D_{10}	D_{30}	D_{60}	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$
0,0028	0,0056	0,0420	15,00	0,267

SOIL MECHANICS LABORATORY - DIPLOMA PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING DEPT. - GADJAH MADA UNIVERSITY

GRAIN SIZE ANALYSIS

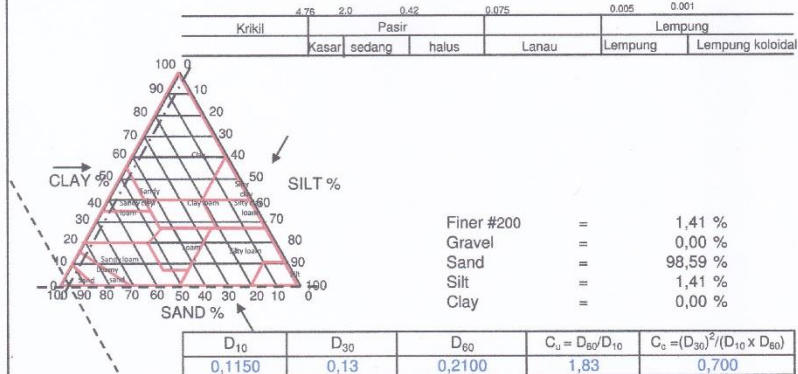
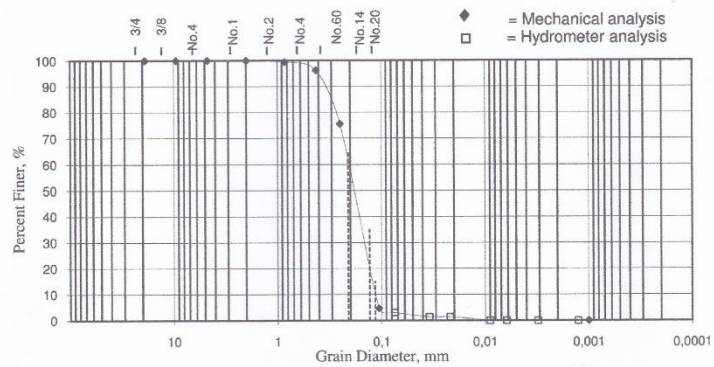
Project : Survey PLTU UBOH2 Labuan Banten
 Location : Intake 2
 Boring : A

Depth : - 4.00 m
 Date : 10 Feb 2015
 Made by : Muchyidin

Specific Gravity 2.667

Description of soil Sand

A.S.T.M. standard sieve sizes



D_{10}	D_{30}	D_{60}	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$
0,1150	0,13	0,2100	1,83	0,700

SOIL MECHANICS LABORATORY - DIPLOMA PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING DEPT. - GADJAH MADA UNIVERSITY

GRAIN SIZE ANALYSIS

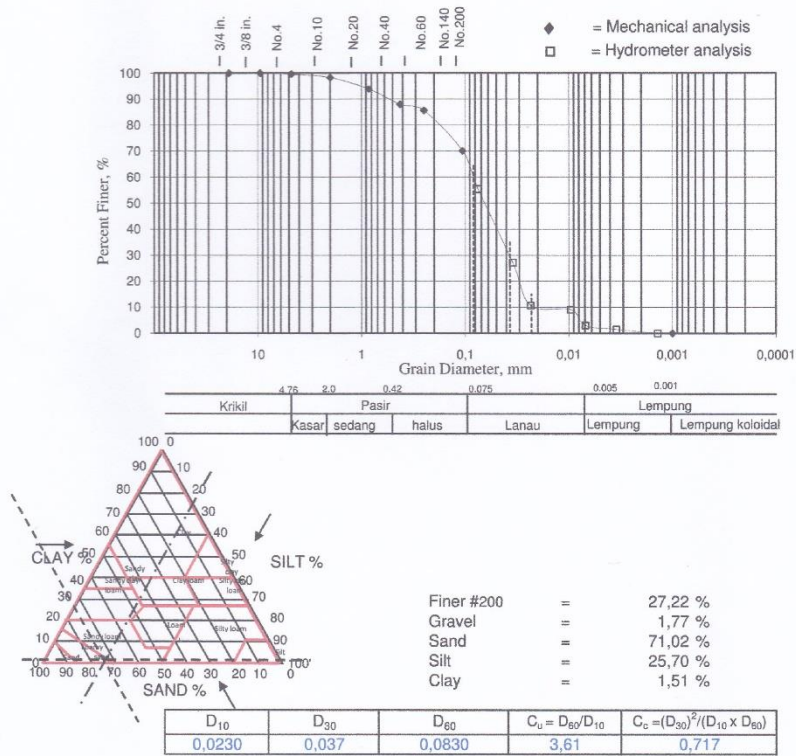
Project : Survey PLTU UBOH2 Labuan Banten
Location : Alur
Boring : B

Depth : - 4.00 m
Date : 10 Feb 2015
Made by : Muchyidin

Specific Gravity 2,345

Description of soil Loamy Sand

A.S.T.M. standard sieve sizes



GRAIN SIZE ANALYSIS

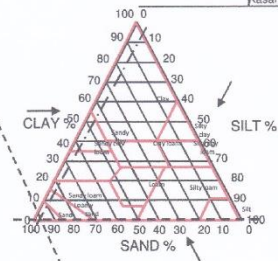
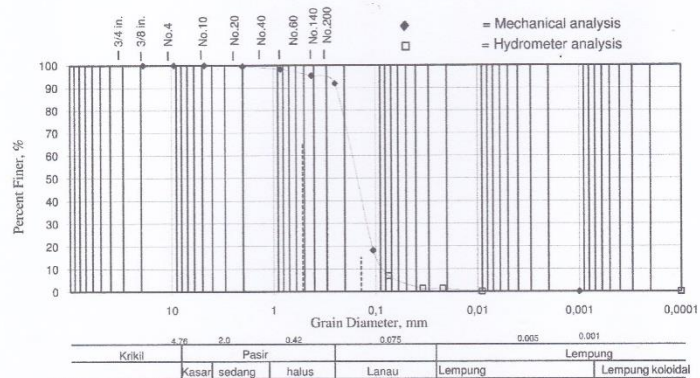
Project : Survey PLTU UBOH2 Labuan Banten
 Location : Alur Masuk
 Boring :

Depth :
 Date : 10 Feb 2015
 Made by : Muchyidin

Specific Gravity : 2,692

Description of soil : Sand

A.S.T.M. standard sieve sizes



Finer #200	=	1,41 %
Gravel	=	3,14 %
Sand	=	95,45 %
Silt	=	1,41 %
Clay	=	0,00 %

D_{10}	D_{30}	D_{60}	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$
0,1400	0,3	0,5200	3,71	1,236

SOIL MECHANICS LABORATORY - DIPLOMA PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING DEPT. - GADJAH MADA UNIVERSITY

GRAIN SIZE ANALYSIS

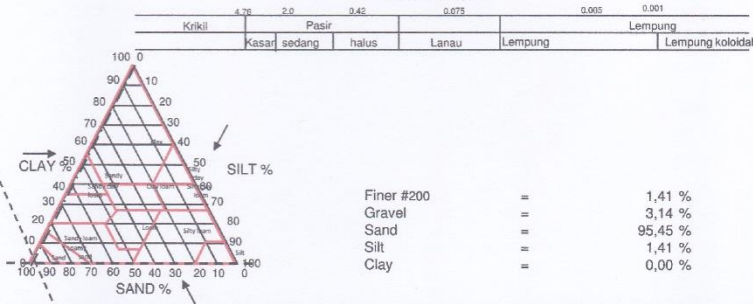
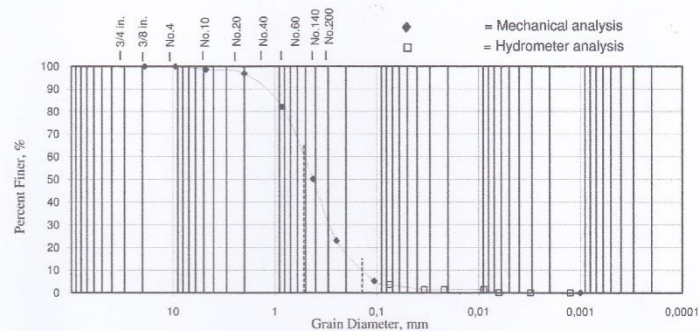
Project : Survey PLTU UBOH2 Labuan Banten
 Location : Bawah Pulau Peaple
 Boring :

Depth :
 Date : 10 Feb 2015
 Made by : Muchyidin

Specific Gravity 2,692

Description of soil Sand

A.S.T.M. standard sieve sizes



D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀	C _u = D ₆₀ /D ₁₀	C _c = (D ₃₀) ² / (D ₁₀ × D ₆₀)
0,1400	0,3	0,5200	3,71	1,236

SOIL MECHANICS LABORATORY - DIPLOMA PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING DEPT. - GADJAH MADA UNIVERSITY

GRAIN SIZE ANALYSIS

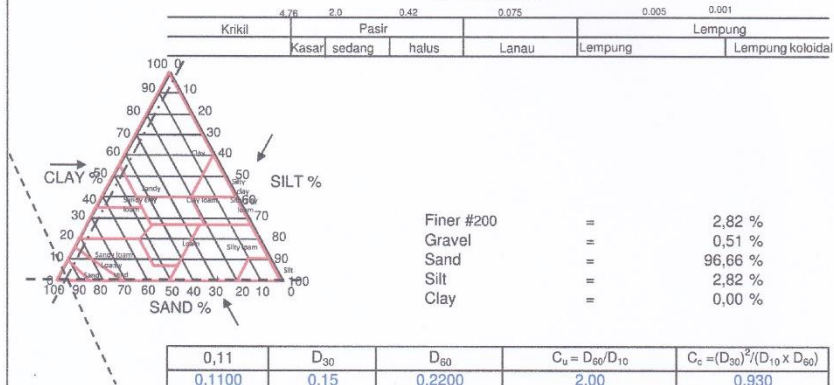
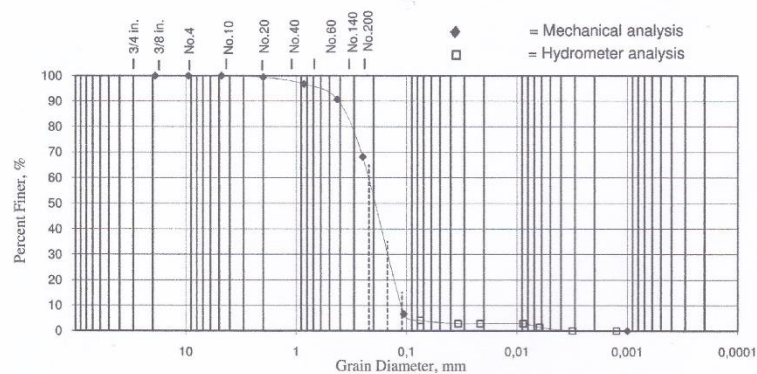
Project : Survey PLTU UBOH2 Labuan Banten
 Location : Outlet
 Boring :

Depth :
 Date : 10 Feb 2015
 Made by : Muchyidin

Specific Gravity 2,700

Description of soil Sand

A.S.T.M. standard sieve sizes



0,11	D_{30}	D_{60}	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$
0,1100	0,15	0,2200	2,00	0,930

SOIL MECHANICS LABORATORY - DIPLOMA PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING DEPT. - GADJAH MADA UNIVERSITY

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Nabila An-Nisaa Arwis lahir di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat pada tanggal 6 Agustus 1996. Penulis merupakan anak tunggal. Penulis dibesarkan oleh seorang ibu tunggal yang bernama Ibu Erna Yenti. Ibu penulis seorang pekerja swasta. Beliau adalah ibu yang sangat mengutamakan pendidikan bagi anaknya. Penulis telah menempuh pendidikan formal di Kota Bukittinggi diantaranya di SDN 18 Bukittinggi, SMPN 5 Bukittinggi dan SMAN 1 Bukittinggi. Setelah lulus dari SMA penulis melanjutkan studi melalui jalur SNMPTN di Departemen Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014 terdaftar dengan NRP 04311440000025. Pada Teknik Kelautan penulis memilih bidang keahlian Teknik dan Rekayasa Pantai. Selama menjalani perkuliahan, penulis aktif mengikuti organisasi, di UKM Fotografi ITS yaitu UKAFO. Penulis pernah menjabat sebagai Ketua Divisi Hunting dan Materi 2016/2017. Penulis juga aktif di kegiatan kampus yaitu ITS EXPO dan pernah menjadi Koordinator Photo Competition pada tahun 2016. Penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT. Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore pada bulan juni 2017 – Agustus 2017. Selama praktik penulis mendalami topik terkait “Analisa *In-Place Wellhead Platform* akibat Penambahan *Subsea Cables*”. Tugas akhir yang diambil penulis adalah dalam bidang Teknik dan Rekayasa Pantai dengan judul “Analisa Laju Sedimentasi di Area *Jetty* PLTU Banten 2 Labuan. Email : nabilaannisa06@gmail.com